

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-154212

(43)Date of publication of application : 28.05.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/16  
B41J 2/045  
B41J 2/055

(21)Application number : 2001-260704

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 30.08.2001

(72)Inventor : HOSONO SATOSHI  
TAKAHASHI TOMOAKI  
SAYAMA TOMOHIRO  
KITAHARA TSUYOSHI  
TERAMAE HIROFUMI  
OKITA KENJI

(30)Priority

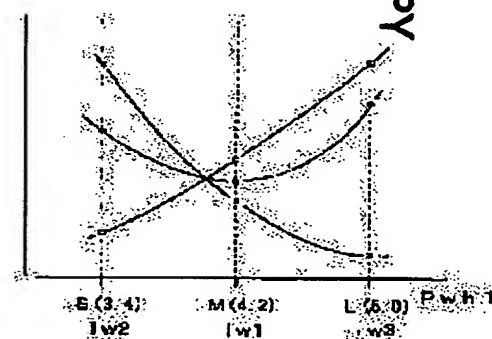
Priority number : 2000264791	Priority date : 01.09.2000	Priority country : JP
2000264792	01.09.2000	JP
2000271771	07.09.2000	JP

(54) METHOD OF MANUFACTURING INK JET RECORDING HEAD, INK JET RECORDING HEAD, METHOD OF DRIVING INK JET RECORDING HEAD, AND INK JET RECORDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for manufacturing an ink jet recording head suitable for the productivity.

SOLUTION: The method comprises a measuring process wherein a natural oscillation cycle of an ink pressure in a pressurizing chamber on the recording head after the assembling and a ranking process wherein the assembled recording heads are classified into a plurality of Tc ranks. In the measuring process, an amount of ink is measured plural times by varying a time interval from an excitation element to an ejection element in an estimation signal and then the natural oscillation cycle is determined based on a mutual relationship between the time interval and the amount of ink. In the ranking process, the assembled recording heads are classified into a standard rank corresponding to a natural oscillation cycle according to the designed value, a Tcmin rank corresponding to a natural oscillation cycle shorten than the designed value or a Tcmax rank corresponding to a natural oscillation cycle longer than the designed value.



## LÉGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3419401

[Date of registration] 18.04.2003

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The nozzle train which comes to install two or more nozzle orifices successively, and the pressure room opened for free passage by the nozzle orifice, Have the pressure generating component prepared corresponding to the pressure room, and the ink of the pressure interior of a room is made to produce pressure fluctuation by actuation of a pressure generating component. In the manufacture approach of the ink jet type recording head constituted so that an ink droplet might be made to breathe out from a nozzle orifice The manufacture approach characterized by passing through the measurement process which measures the proper oscillation period of the ink pressure of the pressure interior of a room in the recording head after assembly, and the rank division process of classifying the recording head after measurement into two or more Tc ranks based on the proper oscillation period measured at the measurement process.

[Claim 2] The excitation element which makes the ink of the pressure interior of a room [ process / said / measurement ] excite pressure vibration of a proper oscillation period, And the amount measurement phase of ink which supplies the evaluation signal which contains at least the regurgitation element which it is generated [ element ] after an excitation element and makes an ink droplet breathe out from a nozzle orifice to a pressure generating component, and measures the breathed-out amount of ink, It consists of a 1st period judging phase of judging the proper oscillation period of the ink of the pressure interior of a room based on the amount of ink measured in the amount measurement phase of ink. In the amount measurement phase of ink The manufacture approach according to claim 1 characterized by changing the time interval from the excitation element in an evaluation signal to a regurgitation element, and judging a proper oscillation period for measurement of the amount of ink in a multiple-times deed and the 1st period judging phase from the correlation of the time interval from an excitation element to a regurgitation element, and the amount of ink.

[Claim 3] The manufacture approach according to claim 2 characterized by the thing which include at least the 3rd allowed time which set up the time interval for a long time [ time interval ] rather than the 2nd allowed time set up short and the 1st allowed time, and for which two or more kinds are set up in said amount measurement phase of ink rather than the 1st allowed time and the 1st allowed time from which the amount of the minimum ink is obtained in the time interval from the termination of an excitation element to a regurgitation element when a proper oscillation period is as a design value.

[Claim 4] The excitation element which makes the ink of the pressure interior of a room [ process / said / measurement ] excite pressure vibration of a proper oscillation period, And supply the evaluation signal which contains at least the regurgitation element which it is generated [ element ] after this excitation element and makes an ink droplet breathe out from a nozzle orifice to a pressure generating component, and an ink droplet is made to breathe out. It consists of an ink rate measurement phase which measures the rate of the breathed-out ink droplet, and a 2nd period judging phase of judging the proper oscillation period of the ink of the pressure interior of a room based on the ink rate measured in the ink rate measurement phase. In an ink rate measurement phase, the time interval from the excitation element in an evaluation signal to a regurgitation element is changed. Measurement of an ink droplet rate a multiple-times deed and the 2nd period judging phase The manufacture approach according to

claim 1 characterized by judging a proper oscillation period from the correlation of the time interval from an excitation element to a regurgitation element, and an ink droplet rate.

[Claim 5] The manufacture approach according to claim 4 characterized by the thing which include at least the 3rd allowed time which set up the time interval for a long time [ time interval ] rather than the 2nd allowed time set up short and the 1st allowed time, and for which two or more kinds are set up in said ink rate measurement phase rather than the 1st allowed time and the 1st allowed time from which the minimum ink rate is obtained in the time interval from the termination of an excitation element to a regurgitation element when a proper oscillation period is as a design value.

[Claim 6] The manufacture approach given in any of claims 2–5 characterized by setting the supply time amount of said excitation element below to the design value of said proper oscillation period they are.

[Claim 7] The manufacture approach according to claim 6 characterized by setting the supply time amount of said excitation element or less [ of the design value of said proper oscillation period ] to  $1/2$ .

[Claim 8] The manufacture approach given in any of claims 1–7 characterized by constituting said  $T_c$  rank from a standard rank corresponding to the proper oscillation period as a design value, a  $T_{cmin}$  rank corresponding to a proper oscillation period shorter than a design value, and a  $T_{cmax}$  rank corresponding to a proper oscillation period longer than a design value they are.

[Claim 9] The ink jet type recording head characterized by writing  $T_c$  rank which is the ink jet type recording head manufactured by the manufacture approach indicated by any of claims 1–8 they are, and was classified according to said rank division process.

[Claim 10] The ink jet type recording head according to claim 9 characterized by writing said  $T_c$  rank by the 1st mark information constituted with the notation which shows  $T_c$  rank.

[Claim 11] The ink jet type recording head according to claim 9 characterized by what was written by the 2nd mark information constituted with the notation which shows two or more \*\*\*\*\* for said nozzle train, and shows the combination of  $T_c$  rank of nozzle trains for said  $T_c$  rank.

[Claim 12] The ink jet type recording head characterized by writing  $T_c$  rank which is the ink jet type recording head manufactured by the manufacture approach indicated by any of claims 1–8 they are, and was classified according to said rank division process by the encoded information in which reading [ means / optical reading ] is possible.

[Claim 13] The ink jet type recording head characterized by making the rank identification information which is the ink jet type recording head manufactured by the manufacture approach indicated by any of claims 1–8 they are, is equipped with a rank identification information storage element, and shows  $T_c$  rank classified according to the rank division process to this rank identification information storage element memorize electrically.

[Claim 14] The recording head which has the pressure generating component to which the pressure room which was open for free passage to the nozzle orifice, and the ink pressure of this pressure interior of a room are changed, It has a drive signal generation means to generate the driving signal for supplying a pressure generating component. It is the drive approach of the recording head in the ink jet type recording device operates a pressure generating component and it was made to make an ink droplet breathe out from a nozzle orifice by supply of a driving signal.  $T_c$  rank defined based on the proper oscillation period of the ink of the pressure interior of a room is given to said recording head. The drive approach of the ink jet type recording head which defines the controlling factor of the wave element which constitutes a driving signal for every recording head, and is characterized by supplying the driving signal by the set-up controlling factor to a pressure generating component according to given  $T_c$  rank.

[Claim 15] Said wave element is the drive approach of the ink jet type recording head according to claim 14 characterized by defining the controlling factor of an oscillating control element according to said  $T_c$  rank including the oscillating control element which is generated after the regurgitation element and this regurgitation element for making an ink droplet breathe out, and affects oscillating control of the meniscus after expulsion of an ink droplet.



[Claim 16] Said wave element is the drive approach of the ink jet type recording head according to claim 14 or 15 characterized by setting the controlling factor of a property fluctuation element to the regurgitation property of an ink droplet according to said Tc rank including the property fluctuation element which does effect.

[Claim 17] The recording head which has the pressure generating component to which the pressure room which was open for free passage to the nozzle orifice, and the ink pressure of this pressure interior of a room are changed, In the ink jet type recording device have [ recording device ] a drive signal generation means to generate the driving signal for supplying a pressure generating component, operates a pressure generating component by supply of a driving signal, and it was made to make an ink droplet breathe out from a nozzle orifice The ink jet type recording device characterized by establishing the wave control means which defines the controlling factor of the wave element which gives Tc rank defined based on the proper oscillation period of the ink of the pressure interior of a room to said recording head, and constitutes a driving signal according to this Tc rank.

[Claim 18] It is the ink jet type recording device according to claim 17 which said driving signal has a driving pulse containing the oscillating control element which is generated after the regurgitation element and regurgitation element for making an ink droplet breathe out, and affects oscillating control of the meniscus after expulsion of an ink droplet, and is characterized by a wave control means defining the controlling factor of an oscillating control element according to Tc rank.

[Claim 19] The 1st expansion element with which said driving pulse expands a pressure room at the rate of extent which does not make an ink droplet breathe out, The 1st regurgitation element which makes an ink droplet breathe out by shrinking rapidly the pressure room which expanded with the 1st expansion element, The 1st vibration-deadening element which controls vibration of the meniscus after expulsion of an ink droplet by expanding the pressure room of a contraction condition, It is constituted by the 1st driving pulse containing the vibration-deadening hold element which is generated between the 1st regurgitation element and the 1st vibration-deadening element, and maintains the contraction condition of a pressure room. It is the ink jet type recording device according to claim 18 characterized by a wave control means defining the generating time amount of a vibration-deadening hold element according to Tc rank by using said oscillating control element as a vibration-deadening hold element.

[Claim 20] The 2nd expansion element with which said driving pulse expands a pressure room rapidly so that it may draw a meniscus in a pressure room side greatly, The 2nd regurgitation element which makes a part for the core of the meniscus drawn with the 2nd expansion element by shrinking a pressure room breathe out as an ink droplet, Shrinking gently the pressure room after the 2nd regurgitation element supply are consisted of by the 2nd driving pulse containing the 2nd vibration-deadening element which controls vibration of the meniscus after expulsion of an ink droplet. It is the ink jet type recording device according to claim 18 or 19 characterized by a wave control means defining the generating time amount of the 2nd vibration-deadening element according to Tc rank by using said oscillating control element as the 2nd vibration-deadening element.

[Claim 21] The regurgitation pulse to which said driving pulse carries out the regurgitation of the ink droplet, and the vibration-deadening pulse which is generated after this regurgitation pulse and controls vibration of the meniscus after expulsion of an ink droplet, It is constituted by the 3rd driving pulse which consists of the 1st pulse connection element which connects between these regurgitation pulses and vibration-deadening pulses. It is an ink jet type recording device given in any of claims 18–20 characterized by a wave control means defining the generating time amount of the 1st pulse connection element according to Tc rank use said oscillating control element as the 1st pulse connection element, and they are.

[Claim 22] It is an ink jet type recording device given in any of claims 18–21 characterized by a wave control means defining the generating time amount of the 2nd pulse connection element according to Tc rank said driving signal has the 2nd pulse connection element which connects between the termination of the driving pulse of the point in 1 printing period, and the start edges of a next driving pulse while

having two or more driving pulses in 1 printing period, use said oscillating control element as the 2nd pulse connection element, and they are.

[Claim 23] It is an ink jet type recording device given in any of claims 17–22 characterized by a wave control means defining the controlling factor of a property fluctuation element according to Tc rank said driving signal has a driving pulse containing the property fluctuation element which affects the regurgitation property of an ink droplet, and they are.

[Claim 24] The 1st expansion element with which said driving pulse expands a pressure room at the rate of extent which does not make an ink droplet breathe out, Shrinking rapidly the pressure room which expanded with the 1st expansion element are consisted of by the 4th driving pulse containing the 1st regurgitation element which makes an ink droplet breathe out. It is the ink jet type recording device according to claim 23 by which it is defining [ a wave control means ]—according to Tc rank—generating time amount of one [ at least ] element of 1st expansion element and 1st regurgitation element characterized by using said property fluctuation element as one [ at least ] element of the 1st expansion element and the 1st regurgitation element.

[Claim 25] The 1st expansion element with which said driving pulse expands a pressure room at the rate of extent which does not make an ink droplet breathe out, Shrinking rapidly the pressure room which expanded with the 1st expansion element are consisted of by the 4th driving pulse containing the 1st regurgitation element which makes an ink droplet breathe out. It is the ink jet type recording device according to claim 23 by which it is defining [ a wave control means ]—according to Tc rank—the potential difference of one [ at least ] element of 1st expansion element and 1st regurgitation element characterized by using said property fluctuation element as one [ at least ] element of the 1st expansion element and the 1st regurgitation element.

[Claim 26] The 1st expansion element with which said driving pulse expands a pressure room at the rate of extent which does not make an ink droplet breathe out, The 1st hold element holding the expansion condition of a pressure room of having expanded with the 1st expansion element, Shrinking the pressure room of an expansion condition rapidly are consisted of by the 5th driving pulse containing the 1st regurgitation element which makes an ink droplet breathe out. It is the ink jet type recording device according to claim 23 by which it is defining [ a wave control means ]—according to Tc rank—generating time amount of 1st hold element characterized by using said property fluctuation element as the 1st hold element.

[Claim 27] The 2nd expansion element with which said driving pulse expands a pressure room rapidly so that it may draw a meniscus in a pressure room side greatly, Shrinking a pressure room are consisted of by the 6th driving pulse containing the 2nd regurgitation element which makes a part for the core of the meniscus drawn with the 2nd expansion element breathe out as an ink droplet. Said property fluctuation element is used as one [ at least ] element of the 2nd expansion element and the 2nd regurgitation element. A wave control means The ink jet type recording device given in any of claims 23–26 they are by which it is defining—according to Tc rank—generating time amount of one [ at least ] element of 2nd expansion element and 2nd regurgitation element characterized.

[Claim 28] The 2nd expansion element with which said driving pulse expands a pressure room rapidly so that it may draw a meniscus in a pressure room side greatly, Shrinking a pressure room are consisted of by the 6th driving pulse containing the 2nd regurgitation element which makes a part for the core of the meniscus drawn with the 2nd expansion element breathe out as an ink droplet. Said property fluctuation element is used as one [ at least ] element of the 2nd expansion element and the 2nd regurgitation element. A wave control means The ink jet type recording device given in any of claims 23–26 they are by which it is defining—according to Tc rank—the potential difference of one [ at least ] element of 2nd expansion element and 2nd regurgitation element characterized.

[Claim 29] The 2nd expansion element with which said driving pulse expands a pressure room rapidly so that it may draw a meniscus in a pressure room side greatly, The 2nd hold element holding the expansion condition of a pressure room of having expanded with the 2nd expansion element, It has the

7th driving pulse containing the 2nd regurgitation element which makes a part for the core of the meniscus drawn with the 2nd expansion element by shrinking a pressure room breathe out as an ink droplet. It is an ink jet type recording device given in any of claims 23-26 by which it is defining- according to Tc rank-generating time amount of 2nd hold element characterized use said property fluctuation element as the 2nd hold element, and a wave control means is.

[Claim 30] An ink jet type recording device given in any of claims 17-29 characterized by constituting said Tc rank from a standard rank corresponding to the proper oscillation period as a design value, a Tcmin rank corresponding to a proper oscillation period shorter than a design value, and a Tcmax rank corresponding to a proper oscillation period longer than a design value they are.

[Claim 31] An ink jet type recording device given in any of claims 17-30 characterized by constituting from the rank identification information which shows Tc rank preparing the rank identification information storage element memorized electrically in said recording head, and connecting electrically a rank identification information storage element and a wave control means so that a wave control means may be made to recognize Tc rank they are.

[Claim 32] An ink jet type recording device given in any of claims 17-30 characterized by constituting so that a wave control means may be made to recognize Tc rank based on the encoded information which prepared the rank notation member which wrote Tc rank by the encoded information which can be read in said recording head, and was read by the optical reading means with an optical reading means they are.

[Claim 33] An ink jet type recording device given in any of claims 17-32 characterized by said pressure generating component being a piezoelectric transducer they are.

[Claim 34] An ink jet type recording device given in any of 32 they are from claims 17, 18, 23, and 30 characterized by said pressure generating component being a heater element.

---

[Translation done.]

#### **\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### **DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention makes the ink of the pressure interior of a room produce pressure fluctuation by actuation of a pressure generating component, and relates to the ink jet type recording head constituted so that an ink droplet might be made to breathe out from a nozzle orifice, the manufacture approach of this recording head, the drive approach of this recording head, and the ink jet type recording device using this recording head.

[0002]

[Description of the Prior Art] There are what used the piezoelectric transducer as a pressure generating component, and a thing using a heater element in the ink jet type recording head used for ink jet type

recording apparatus, such as a printer and a plotter.

[0003] For example, the ink pressure of the pressure interior of a room in making the elastic plate which divides a pressure room partially transform with a piezoelectric transducer is fluctuated, and an ink droplet is made to breathe out from a nozzle orifice by fluctuation of this ink pressure in the recording head using a piezoelectric transducer. Moreover, a heater element is arranged in a pressure room, ink is boiled at heating this heater element rapidly, and the pressure interior of a room is made to generate air bubbles in the recording head using a heater element. And the ink of the pressure interior of a room is pressurized, and an ink droplet is made to breathe out from a nozzle orifice with these air bubbles. That is, each of these recording heads is making the ink droplet breathe out by fluctuating the ink pressure of the pressure interior of a room.

[0004] In this kind of recording head, pressure vibration served as if the pressure interior of a room was a sounding tube also for \*\* is excited by the ink of the pressure interior of a room with fluctuation of an ink pressure. For example, in the recording head using a piezoelectric transducer, the thickness and area of an elastic plate, the configuration of a pressure room, and pressure vibration of the proper oscillation period which becomes settled with the compressibility of ink are mainly excited. Moreover, in the recording head using a heater element, pressure vibration of the proper oscillation period which mainly becomes settled with the configuration of a pressure room or the compressibility of ink is excited. And in this kind of recording head, the regurgitation timing of an ink droplet is set up based on the proper oscillation period of ink, and it is constituted so that the regurgitation of an ink droplet can be performed efficiently.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, this kind of recording head is performing the very detailed processing and assembly of mum (micrometer) level. For this reason, dispersion and the proper oscillation period of the ink of the pressure interior of a room will also vary [ the thickness or area of an elastic plate, the configuration of a pressure room, the magnitude of a nozzle orifice, etc. ] for every recording head. Therefore, if all recording heads are driven with the driving signal of the same wave configuration, the regurgitation property of an ink droplet will also vary according to dispersion in a proper oscillation period.

[0006] For example, if a proper oscillation period shifts from a design value (tolerance), control of vibration of the meniscus after expulsion of an ink droplet, i.e., the free surface of the ink exposed by the nozzle orifice, will become inadequate, and will not be stabilized. Moreover, it is also in that the external force applied to ink by actuation of a pressure generating component is negated by pressure vibration in ink \*\*\*\*. For this reason, the amount (that is, the amount of ink) of an ink droplet and the flying speed (that is, ink rate) of an ink droplet which are breathed out continuously will vary for every recording head. Consequently, the problem that the image quality of a record image will vary for every recording head arises. Furthermore, it will have to discard about the recording head from which the regurgitation property shifted [ value / design ] greatly, and the yield will fall.

[0007] Moreover, about the recording head after assembly, the proper oscillation period of the ink of the pressure interior of a room is measured, and it is possible to attain equalization of image quality changing the wave configuration of a driving signal according to the measured proper oscillation period. However, if an exclusive wave is set up for every recording head, manufacture effectiveness will worsen, and mass production will become difficult in respect of time amount, cost, etc.

[0008] This invention is made in view of such a situation, and aims at offering the manufacture approach of an ink jet type recording head of having been suitable for mass production, and an ink jet type recording head. Moreover, it aims at offering the drive approach of a recording head that can control vibration of a meniscus efficiently even if the proper oscillation period of the ink of the pressure interior of a room varies, and can attain rationalization of the regurgitation property of an ink droplet, and it is suitable also for mass production, and an ink jet type recording device.

[0009]

[Means for Solving the Problem] This invention is proposed in order to attain the above-mentioned purpose. A thing according to claim 1 The nozzle train which comes to install two or more nozzle orifices successively, and the pressure room opened for free passage by the nozzle orifice, Have the pressure generating component prepared corresponding to the pressure room, and the ink of the pressure interior of a room is made to produce pressure fluctuation by actuation of a pressure generating component. In the manufacture approach of the ink jet type recording head constituted so that an ink droplet might be made to breathe out from a nozzle orifice It is the manufacture approach characterized by passing through the measurement process which measures the proper oscillation period of the ink pressure of the pressure interior of a room in the recording head after assembly, and the rank division process of classifying the recording head after measurement into two or more Tc ranks based on the proper oscillation period measured at the measurement process.

[0010] The excitation element which makes the ink of the pressure interior of a room [ thing / according to claim 2 / process / said / measurement ] excite pressure vibration of a proper oscillation period, And the amount measurement phase of ink which supplies the evaluation signal which contains at least the regurgitation element which it is generated [ element ] after an excitation element and makes an ink droplet breathe out from a nozzle orifice to a pressure generating component, and measures the breathed-out amount of ink, It consists of a 1st period judging phase of judging the proper oscillation period of the ink of the pressure interior of a room based on the amount of ink measured in the amount measurement phase of ink. In the amount measurement phase of ink It is the manufacture approach according to claim 1 characterized by changing the time interval from the excitation element in an evaluation signal to a regurgitation element, and judging a proper oscillation period for measurement of the amount of ink in a multiple-times deed and the 1st period judging phase from the correlation of the time interval from an excitation element to a regurgitation element, and the amount of ink.

[0011] A thing according to claim 3 in said amount measurement phase of ink The 1st allowed time from which the amount of the minimum ink is obtained in the time interval from the termination of an excitation element to a regurgitation element when a proper oscillation period is as a design value, It is the manufacture approach according to claim 2 characterized by the thing which include at least the 3rd allowed time which set up the time interval for a long time [ time interval ] rather than the 2nd allowed time set up short and the 1st allowed time rather than the 1st allowed time, and for which two or more kinds are set up.

[0012] The excitation element which makes the ink of the pressure interior of a room [ thing / according to claim 4 / process / said / measurement ] excite pressure vibration of a proper oscillation period, And supply the evaluation signal which contains at least the regurgitation element which it is generated [ element ] after this excitation element and makes an ink droplet breathe out from a nozzle orifice to a pressure generating component, and an ink droplet is made to breathe out. It consists of an ink rate measurement phase which measures the rate of the breathed-out ink droplet, and a 2nd period judging phase of judging the proper oscillation period of the ink of the pressure interior of a room based on the ink rate measured in the ink rate measurement phase. In an ink rate measurement phase, the time interval from the excitation element in an evaluation signal to a regurgitation element is changed. Measurement of an ink droplet rate a multiple-times deed and the 2nd period judging phase It is the manufacture approach according to claim 1 characterized by judging a proper oscillation period from the correlation of the time interval from an excitation element to a regurgitation element, and an ink droplet rate.

[0013] A thing according to claim 5 in said ink rate measurement phase The 1st allowed time from which the minimum ink rate is obtained in the time interval from the termination of an excitation element to a regurgitation element when a proper oscillation period is as a design value, It is the manufacture approach according to claim 4 characterized by the thing which include at least the 3rd allowed time which set up the time interval for a long time [ time interval ] rather than the 2nd allowed time set up short and the 1st allowed time rather than the 1st allowed time, and for which two or more kinds are set

up.

[0014] A thing according to claim 6 is the manufacture approach given in any of claims 2-5 characterized by setting the supply time amount of said excitation element below to the design value of said proper oscillation period they are.

[0015] A thing according to claim 7 is the manufacture approach according to claim 6 characterized by setting the supply time amount of said excitation element or less [ of the design value of said proper oscillation period ] to  $1/2$ .

[0016] A thing according to claim 8 is the manufacture approach given in any of claims 1-7 characterized by constituting said Tc rank from a standard rank corresponding to the proper oscillation period as a design value, a Tcmin rank corresponding to a proper oscillation period shorter than a design value, and a Tcmax rank corresponding to a proper oscillation period longer than a design value they are.

[0017] A thing according to claim 9 is the ink jet type recording head manufactured by the manufacture approach indicated by any of claims 1-8 they are, and is an ink jet type recording head characterized by writing Tc rank classified according to said rank division process.

[0018] A thing according to claim 10 is an ink jet type recording head according to claim 9 characterized by writing said Tc rank by the 1st mark information constituted with the notation which shows Tc rank.

[0019] A thing according to claim 11 is an ink jet type recording head according to claim 9 characterized by what was written by the 2nd mark information constituted with the notation with which two or more \*\*\*\*\* are shown for said nozzle train, and it shows the combination of Tc rank of nozzle trains for said Tc rank.

[0020] A thing according to claim 12 is the ink jet type recording head manufactured by the manufacture approach indicated by any of claims 1-8 they are, and is an ink jet type recording head characterized by writing Tc rank classified according to said rank division process by the encoded information in which reading [ means / optical reading ] is possible.

[0021] A thing according to claim 13 is the ink jet type recording head manufactured by the manufacture approach indicated by any of claims 1-8 they are, and is an ink jet type recording head characterized by making the rank identification information which is equipped with a rank identification information storage element, and shows Tc rank classified according to the rank division process to this rank identification information storage element memorize electrically.

[0022] The recording head which has the pressure generating component to which the pressure room which the thing according to claim 14 opened for free passage to the nozzle orifice, and the ink pressure of this pressure interior of a room are changed, It has a drive signal generation means to generate the driving signal for supplying a pressure generating component. It is the drive approach of the recording head in the ink jet type recording device operates a pressure generating component and it was made to make an ink droplet breathe out from a nozzle orifice by supply of a driving signal. Tc rank defined based on the proper oscillation period of the ink of the pressure interior of a room is given to said recording head. The controlling factor of the wave element which constitutes a driving signal according to given Tc rank is defined for every recording head, and it is the drive approach of the ink jet type recording head characterized by supplying the driving signal by the set-up controlling factor to a pressure generating component. In addition, a "controlling factor" is a variable for specifying a wave element, and generating time amount (that is, supply time amount to a pressure generating component), the potential difference, etc. of a wave element correspond.

[0023] It is the drive approach of the ink jet type recording head according to claim 14 characterized by defining the controlling factor of an oscillating control element according to said Tc rank including the oscillating control element which a thing according to claim 15 is generated after a regurgitation element and this regurgitation element for said wave element to make an ink droplet breathe out, and affects oscillating control of the meniscus after expulsion of an ink droplet.

[0024] It is the drive approach of the ink jet type recording head according to claim 14 or 15 characterized by said wave element setting the controlling factor of a property fluctuation element to

the regurgitation property of an ink droplet according to said Tc rank including the property fluctuation element which does effect in a thing according to claim 16. In addition, "the regurgitation property of an ink droplet" means the regurgitation force for making the flying speed of an ink droplet, and an ink droplet breathe out. Therefore, a "property fluctuation element" means the wave element of the pressure interior of a room which carries out pressure fluctuation for the wave element which can affect the flying speed of an ink droplet etc. among the wave elements which constitute a driving signal, and the purpose which in other words makes an ink droplet breathe out.

[0025] The recording head which has the pressure generating component to which the pressure room which the thing according to claim 17 opened for free passage to the nozzle orifice, and the ink pressure of this pressure interior of a room are changed, In the ink jet type recording device have [ recording device ] a drive signal generation means to generate the driving signal for supplying a pressure generating component, operates a pressure generating component by supply of a driving signal, and it was made to make an ink droplet breathe out from a nozzle orifice It is the ink jet type recording device characterized by establishing the wave control means which defines the controlling factor of the wave element which gives Tc rank defined based on the proper oscillation period of the ink of the pressure interior of a room to said recording head, and constitutes a driving signal according to this Tc rank.

[0026] Having a driving pulse containing the oscillating control element which a thing according to claim 18 is generated after a regurgitation element and a regurgitation element for said driving signal to make an ink droplet breathe out, and affects oscillating control of the meniscus after expulsion of an ink droplet, a wave control means is an ink jet type recording device according to claim 17 characterized by defining the controlling factor of an oscillating control element according to Tc rank.

[0027] The 1st expansion element with which a thing according to claim 19 expands a pressure room at the rate of extent which said driving pulse does not make breathe out an ink droplet, The 1st regurgitation element which makes an ink droplet breathe out by shrinking rapidly the pressure room which expanded with the 1st expansion element, The 1st vibration-deadening element which controls vibration of the meniscus after expulsion of an ink droplet by expanding the pressure room of a contraction condition, It is constituted by the 1st driving pulse containing the vibration-deadening hold element which is generated between the 1st regurgitation element and the 1st vibration-deadening element, and maintains the contraction condition of a pressure room. It is the ink jet type recording device according to claim 18 which uses said oscillating control element as a vibration-deadening hold element, and is characterized by a wave control means defining the generating time amount of a vibration-deadening hold element according to Tc rank.

[0028] The 2nd expansion element with which a thing according to claim 20 expands a pressure room rapidly so that said driving pulse may draw a meniscus in a pressure room side greatly, The 2nd regurgitation element which makes a part for the core of the meniscus drawn with the 2nd expansion element by shrinking a pressure room breathe out as an ink droplet, Shrinking gently the pressure room after the 2nd regurgitation element supply are consisted of by the 2nd driving pulse containing the 2nd vibration-deadening element which controls vibration of the meniscus after expulsion of an ink droplet. It is the ink jet type recording device according to claim 18 or 19 which uses said oscillating control element as the 2nd vibration-deadening element, and is characterized by a wave control means defining the generating time amount of the 2nd vibration-deadening element according to Tc rank.

[0029] The regurgitation pulse to which, as for a thing according to claim 21, said driving pulse carries out the regurgitation of the ink droplet, The vibration-deadening pulse which is generated after this regurgitation pulse and controls vibration of the meniscus after expulsion of an ink droplet, It is constituted by the 3rd driving pulse which consists of the 1st pulse connection element which connects between these regurgitation pulses and vibration-deadening pulses. It is an ink jet type recording device given in any of claims 18-20 which use said oscillating control element as the 1st pulse connection element, and are characterized by a wave control means defining the generating time amount of the 1st pulse connection element according to Tc rank they are.



[0030] A thing according to claim 22 said driving signal While having two or more driving pulses in 1 printing period, it has the 2nd pulse connection element which connects between the termination of the driving pulse of the point in 1 printing period, and the start edges of a next driving pulse. It is an ink jet type recording device given in any of claims 18–21 which use said oscillating control element as the 2nd pulse connection element, and are characterized by a wave control means defining the generating time amount of the 2nd pulse connection element according to Tc rank they are.

[0031] In a thing according to claim 23, said driving signal has a driving pulse containing the property fluctuation element which affects the regurgitation property of an ink droplet, and a wave control means is an ink jet type recording device given in any of claims 17–22 characterized by defining the controlling factor of a property fluctuation element according to Tc rank they are.

[0032] The 1st expansion element with which a thing according to claim 24 expands a pressure room at the rate of extent which said driving pulse does not make breathe out an ink droplet, Shrinking rapidly the pressure room which expanded with the 1st expansion element are consisted of by the 4th driving pulse containing the 1st regurgitation element which makes an ink droplet breathe out. Said property fluctuation element is used as one [ at least ] element of the 1st expansion element and the 1st regurgitation element. A wave control means It is the ink jet type recording device according to claim 23 by which it is defining—according to Tc rank—generating time amount of one [ at least ] element of 1st expansion element and 1st regurgitation element characterized.

[0033] The 1st expansion element with which a thing according to claim 25 expands a pressure room at the rate of extent which said driving pulse does not make breathe out an ink droplet, Shrinking rapidly the pressure room which expanded with the 1st expansion element are consisted of by the 4th driving pulse containing the 1st regurgitation element which makes an ink droplet breathe out. Using said property fluctuation element as one [ at least ] element of the 1st expansion element and the 1st regurgitation element, a wave control means is an ink jet type recording device according to claim 23 by which it is defining—according to Tc rank—the potential difference of one [ at least ] element of 1st expansion element and 1st regurgitation element characterized.

[0034] The 1st expansion element with which a thing according to claim 26 expands a pressure room at the rate of extent which said driving pulse does not make breathe out an ink droplet, The 1st hold element holding the expansion condition of a pressure room of having expanded with the 1st expansion element, Shrinking the pressure room of an expansion condition rapidly are consisted of by the 5th driving pulse containing the 1st regurgitation element which makes an ink droplet breathe out. Using said property fluctuation element as the 1st hold element, a wave control means is an ink jet type recording device according to claim 23 by which it is defining—according to Tc rank—generating time amount of 1st hold element characterized.

[0035] The 2nd expansion element with which a thing according to claim 27 expands a pressure room rapidly so that said driving pulse may draw a meniscus in a pressure room side greatly, Shrinking a pressure room are consisted of by the 6th driving pulse containing the 2nd regurgitation element which makes a part for the core of the meniscus drawn with the 2nd expansion element breathe out as an ink droplet. Said property fluctuation element is used as one [ at least ] element of the 2nd expansion element and the 2nd regurgitation element. A wave control means It is the ink jet type recording device given in any of claims 23–26 they are by which it is defining—according to Tc rank—generating time amount of one [ at least ] element of 2nd expansion element and 2nd regurgitation element characterized.

[0036] The 2nd expansion element with which a thing according to claim 28 expands a pressure room rapidly so that said driving pulse may draw a meniscus in a pressure room side greatly, Shrinking a pressure room are consisted of by the 6th driving pulse containing the 2nd regurgitation element which makes a part for the core of the meniscus drawn with the 2nd expansion element breathe out as an ink droplet. Said property fluctuation element is used as one [ at least ] element of the 2nd expansion element and the 2nd regurgitation element. A wave control means It is the ink jet type recording device



given in any of claims 23–26 they are by which it is defining—according to Tc rank—the potential difference of one [ at least ] element of 2nd expansion element and 2nd regurgitation element characterized.

[0037] The 2nd expansion element with which a thing according to claim 29 expands a pressure room rapidly so that said driving pulse may draw a meniscus in a pressure room side greatly, The 2nd hold element holding the expansion condition of a pressure room of having expanded with the 2nd expansion element, It has the 7th driving pulse containing the 2nd regurgitation element which makes a part for the core of the meniscus drawn with the 2nd expansion element by shrinking a pressure room breathe out as an ink droplet. Using said property fluctuation element as the 2nd hold element, a wave control means is an ink jet type recording device given in any of claims 23–26 they are by which it is defining—according to Tc rank—generating time amount of 2nd hold element characterized.

[0038] A thing according to claim 30 is an ink jet type recording device given in any of claims 17–29 characterized by constituting said Tc rank from a standard rank corresponding to the proper oscillation period as a design value, a Tcmin rank corresponding to a proper oscillation period shorter than a design value, and a Tcmax rank corresponding to a proper oscillation period longer than a design value they are.

[0039] A thing according to claim 31 is an ink jet type recording device given in any of claims 17–30 characterized by constituting from the rank identification information which shows Tc rank preparing the rank identification information storage element memorized electrically in said recording head, and connecting electrically a rank identification information storage element and a wave control means so that a wave control means may be made to recognize Tc rank they are.

[0040] A thing according to claim 32 is an ink jet type recording device given in any of claims 17–30 characterized by constituting so that a wave control means may be made to recognize Tc rank based on the encoded information which prepared the rank notation member which wrote Tc rank by the encoded information which can be read in said recording head, and was read by the optical reading means with an optical reading means they are.

[0041] A thing according to claim 33 is an ink jet type recording device given in any of claims 17–32 characterized by said pressure generating component being a piezoelectric transducer they are.

[0042] A thing according to claim 34 is an ink jet type recording device given in any of 32 they are from claims 17, 18, 23, and 30 characterized by said pressure generating component being a heater element.

[0043]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on a drawing. First, the structure of an ink jet type record head (henceforth a recording head) is explained. As shown in drawing 1 , the illustrated recording head 1 is equipped with the case 6 which can contain two or more piezoelectric transducer 2 —, a stationary plate 3 and the vibrator unit 5 which carried out unitization of the flexible cable 4 grade, and this vibrator unit 5, and the passage unit 7 joined to the apical surface of a case 6.

[0044] Both the cases 6 are the letter members of a block made of synthetic resin in which the receipt hollow part 8 which a tip and the back end opened wide was formed, and receipt immobilization of the vibrator unit 5 is carried out into the receipt hollow part 8. This vibrator unit 5 was contained in the condition of having made tip side opening of the receipt hollow part 8 facing the apical surface of a piezoelectric transducer 2, and is pasted up on the internal surface to which a stationary plate 3 divides the receipt hollow part 8.

[0045] A piezoelectric transducer 2 is a kind of an electric machine sensing element, and is making the lengthwise direction the shape of a long and slender ctenidium. It is carved into very thin width of face of 30 micrometers – about 100 micrometers with this operation gestalt. and this piezoelectric transducer 2 is a piezoelectric transducer of the laminating mold constituted by carrying out the laminating of a piezo electric crystal 10 and the internal electrode 11 by turns, and can be expanded and contracted in the lengthwise direction which intersects perpendicularly in the direction of electric field – in other words, it is the piezoelectric transducer of the transversal-effect (d31 effectiveness) mold

which can vibrate to the longitudinal direction of a component.

[0046] A part for an end face flank is joined on the stationary plate 3, and each piezoelectric transducer 2 — is attached in the state of the cantilever which made the free edge of a piezoelectric transducer 2 project outside the edge of a stationary plate 3. And each piezoelectric transducer 2 — Contact immobilization of the apical surface is carried out at the pars insularis 12 (island section) of the passage unit 7, respectively. Moreover, the flexible cable 4 is the end face section side face of the vibrator used as the opposite side in a stationary plate 3, and is electrically connected with each piezoelectric transducer 2 —.

[0047] The passage unit 7 consists of arranging a nozzle plate 14 on one front face of the passage formation substrate 13 on both sides of the passage formation substrate 13 in between, arranging an elastic plate 15 on the front face of another side which serves as the opposite side in a nozzle plate 14, and carrying out a laminating, as shown in drawing 2.

[0048] A nozzle plate 14 is a thin plate made from stainless steel which established two or more nozzle orifice 16 — in the pitch corresponding to a dot formation consistency to seriate. 96 nozzle orifice 16 — is established in the pitch of 180dpi, and these nozzle orifice 16 — constitutes a nozzle train from this operation gestalt. And this nozzle train is made to correspond to the class (for example, color) of ink in which the regurgitation is possible, and two or more trains formation is carried out.

[0049] The passage formation substrate 13 is the tabular member in which the hollow part used as the ink feed hopper 18 and the common ink room 19 was formed while forming two or more hollow parts which are made to correspond to each nozzle orifice 16 — of a nozzle plate 14, and serve as the pressure room 17 in the condition of having divided by the septum. This passage formation substrate 13 is produced by carrying out etching processing of the silicon wafer. The pressure room 17 is \*\* long and slender in the direction which intersects perpendicularly to the successive installation direction (the direction of a nozzle train) of a nozzle orifice 16, and consists of flat alcoves divided in the weir section 20. And the ink feed hopper 18 is formed in the form of a narrow segment with the narrow depth of this weir section 20. Moreover, it is made to penetrate in the direction of board thickness in the location most distant from the common ink room 19 in the pressure room 17, and the nozzle free passage opening 21 which opens a nozzle orifice 16 and the pressure room 17 for free passage is formed in it.

[0050] An elastic plate 15 is the dual structure which carried out the lamination of the resin films 23, such as PPS (polyphenylene sulfide), on the stainless steel plate 22. Moreover, this elastic plate 15 serves as the diaphragm section which closes one effective area of the pressure room 17, and the compliance section which closes one effective area of the common ink room 19. And etching processing of the stainless steel plate 22 of the part which functions as the diaphragm section, i.e., the part corresponding to the pressure room 17, is carried out annularly, and the pars insularis 12 is formed. Moreover, the stainless steel plate 22 of the part which functions as the compliance section, i.e., the part corresponding to the common ink room 19, is removed by etching processing, and it is made only the resin film 23.

[0051] In the recording head 1 which has the above-mentioned configuration, the pars insularis 12 is pressed by discharging and making a vibrator longitudinal direction elongate a piezoelectric transducer 2 at a nozzle plate 14 side. By this press, the resin film 23 which constitutes the diaphragm section deforms, and the pressure room 17 contracts. Moreover, if a piezoelectric transducer 2 is charged and a vibrator longitudinal direction is shrunk, the pressure room 17 will expand with the elasticity of the resin film 23. And since an internal ink pressure is changed by expansion and contraction of the pressure room 17, an ink droplet can be made to breathe out from a nozzle orifice 16 by controlling expansion and contraction of this pressure room 17.

[0052] Next, the manufacture approach of this recording head 1 is explained. This recording head 1 like the erector who assembles each component part (for example, the vibrator unit 5, a case 6, the passage unit 7) The measurement process which measures the proper oscillation period  $T_c$  of the ink pressure in the pressure room 17 which originates in assembly precision, the dimensional accuracy of components,

etc., and varies about the recording head 1 after assembly. It is manufactured by passing through the rank division process which carries out the rank division of the recording head 1 after measurement in order based on the proper oscillation period  $T_c$  obtained at the measurement process.

[0053] With this operation gestalt, the recording head 1 produced at the measurement process measures whether it has the proper oscillation period  $T_c$  longer than a design value for whether it has the proper oscillation period  $T_c$  shorter than a design value for whether it has the proper oscillation period  $T_c$  as a design value (median). Moreover, based on the viewpoint [ be / the proper oscillation period  $T_c$  / as a design value ] whether to be longer than what is shorter than a design value, and a design value, a recording head 1 is classified into  $T_c$  rank of a three-stage according to a rank division process.

[0054] Hereafter, each process is explained.

[0055] Like the above-mentioned erector, the passage unit 7 is produced first. That is, the laminating of a nozzle plate 14, the passage formation substrate 13, and the elastic plate 15 is carried out, and it unifies. Then, a case 6 is joined to the front face by the side of the elastic plate 15 of the passage unit 7. This junction is performed using adhesives. If the passage unit 7 and a case 6 are joined, the vibrator unit 5 produced separately will be contained in the receipt hollow part 8 of a case 6, and it will paste up. That is, it is made to move in support of the vibrator unit 5 with a fixture, and inserts into the receipt hollow part 8. And the apical surface of a piezoelectric transducer 2 is positioned in the condition of having made the pars insularis 12 of an elastic plate 15 contacting. If it positions, adhesives will be poured in between the tooth back of a stationary plate 3, and the wall of a case 6 in the state of this positioning, and the vibrator unit 5 will be pasted up.

[0056] A measurement process is performed using the evaluation pulse generating circuit 30 which is a kind of an evaluation signal generation means, and the electronic balance 31 which is a kind of the amount measurement means of ink, as shown in drawing 3. The evaluation pulse generating circuit 30 and a recording head 1 are connected electrically, the evaluation pulse TP 1 (a kind of an evaluation signal) which the evaluation pulse generating circuit 30 generated is supplied to a piezoelectric transducer 2, and an ink droplet is made to breathe out from a recording head 1 with this operation gestalt. And the weight of the breathed-out ink droplet is measured with the electronic balance 31 (the amount measurement phase of ink), and the proper oscillation period  $T_c$  of the ink in the pressure room 17 is judged based on the measured ink weight (the 1st period judging phase).

[0057] The evaluation pulse generating circuit 30 generates the evaluation pulse TP 1 shown in drawing 4. The excitation element P1 with which this evaluation pulse TP 1 raises potential with fixed inclination from the middle potential  $V_m$  as a reference potential to the maximum potential  $V_h$ , The 1st hold element P2 which is generated following the excitation element P1 and maintains the maximum potential  $V_h$ , The regurgitation element P3 which it is generated [ element ] following the 1st hold element P2, drops potential with fixed inclination from the maximum potential  $V_h$  to the minimum potential  $V_L$ , and makes an ink droplet by this breathe out from a nozzle orifice 16, It consists of vibration-deadening elements P5 which raise potential with fixed inclination from the minimum potential  $V_L$  to the 2nd hold element P4 which is generated following the regurgitation element P3 and maintains the minimum potential  $V_L$ , and the middle potential  $V_m$ .

[0058] The excitation element P1 is an element which makes the ink in the pressure room 17 excite pressure vibration. If the excitation element P1 will be supplied and the maximum potential  $V_h$  will be maintained if this excitation element P1 is supplied to a piezoelectric transducer 2 that is, the ink pressure in the pressure room 17 will be changed as shown in drawing 5. That is, the pressure room 17 expands by supply of the excitation element P1, and an ink pressure becomes lower than a steady state. Then, according to counteraction of the resin film 23 which constitutes the diaphragm section etc., an ink pressure becomes higher than a steady state, and an ink pressure becomes lower than a steady state after that. That is, pressure vibration of the above-mentioned proper oscillation period  $T_c$  is excited by supply of this excitation element P1 by the ink in the pressure room 17.

[0059] The generating time amount Pwc1 of this excitation element P1, i.e., the supply time amount to a piezoelectric transducer 2, is set as the time amount which may excite pressure vibration of the proper oscillation period Tc. And if pressure vibration is carried out from the purpose of making it excite efficiently, as for this time amount Pwc1, it is desirable to be set below to the design value of the proper oscillation period Tc of the ink in the pressure room 17, and it is more desirable to be set or less [ of a design value ] to 1/2.

[0060] The regurgitation element P3 is an element which ink is pressurized [ element ] by shrinking the pressure room 17, and makes an ink droplet breathe out from a nozzle orifice 16. The generating time amount Pwd1 of this regurgitation element P3 is set as the time amount from which a pressure required in order to make an ink droplet breathe out is obtained. This time amount Pwd1 is preferably set or less [ of the design value of the proper oscillation period Tc ] to 1/2.

[0061] In other words, the 1st hold element P2 is the supply initiation timing of the regurgitation element P3, and an element which specifies the time interval from the termination of the excitation element P1 to the start edge of the regurgitation element P3. And in the amount measurement phase of ink, two or more kinds of generating time amount Pwh1 is set up. That is, two or more kinds of evaluation pulses TP 1 from which the generating time amount Pwh1 of the 1st hold element P2 differs are used, and measurement of the amount of ink is performed two or more times.

[0062] With this operation gestalt, the amount of ink is measured 3 times using the 1st evaluation pulse which set the generating time amount Pwh1 as the 1st allowed time used as criteria, the 2nd evaluation pulse which set the generating time amount Pwh1 as the 2nd allowed time shorter than the 1st allowed time, and the 3rd evaluation pulse which set the generating time amount Pwh1 as the 3rd allowed time longer than the 1st allowed time.

[0063] Here, the 1st above-mentioned allowed time is set as the time amount whose amount of regurgitation ink decreases most, when the recording head 1 after an assembly has the proper oscillation period Tc as a design value. For example, the 1st allowed time is set as the time amount by which the sum with the generating time amount Pwc1 of the excitation element P1 goes into \*\*10% in the design value of the proper oscillation period Tc of within the limits. moreover, the 2nd allowed time -- the 1st allowed time -- predetermined time -- it is set as short time amount -- having -- the 3rd allowed time -- the 1st allowed time -- predetermined time -- it is set as long time amount.

[0064] When it explains concretely, and the design value of the proper oscillation period Tc is about 8.4 microseconds (microsecond) and the generating time amount Pwc1 of the excitation element P1 is 4.2 microseconds As shown in drawing 6 , the 1st allowed time (M) is set to 4.2 microseconds, the 2nd allowed time (S) is set to 3.4 microseconds, 0.8 microseconds shorter than the 1st allowed time, and the 3rd allowed time (L) is set to 5.0 microseconds, 0.8 microseconds longer than the 1st allowed time.

[0065] And in the amount measurement phase of ink, three kinds of evaluation pulses TP 1 defined like the above are supplied to a piezoelectric transducer 2. If such an evaluation pulse TP 1 is supplied to a piezoelectric transducer 2, the pressure room 17 will expand with supply of the excitation element P1, and pressure vibration will be excited by the ink in the pressure room 17. Then, the expansion condition of the pressure room 17 is maintained [ the supply time amount of the 1st hold element P2 ], the pressure room 17 contracts with supply of the regurgitation element P3, and an ink droplet is breathed out from a nozzle orifice 16. Uptake of this breathed-out ink droplet is carried out, and the amount of uptake for every evaluation pulse TP (that is, uptake weight) is measured using the electronic balance 31. In addition, since the correspondence to precision or automation was easy for measurement of the amount of ink, the electronic balance 31 was used, but if the amount of ink can be measured, a measurement means will not be limited to the electronic balance 31.

[0066] In this amount measurement phase of ink, the discharge quantity of an ink droplet is different for every evaluation pulse TP. For example, if the 1st evaluation pulse is used when the recording head 1 after an assembly has the proper oscillation period Tc as a design value, the regurgitation element P3 will be supplied into drawing 5 to the timing shown with Sign M. In this case, since the welding pressure

of the ink by the regurgitation element P3 is offset by pressure vibration of the ink excited with the excitation element P1, the discharge quantity of an ink droplet decreases most. Moreover, if the 2nd evaluation pulse is used, the regurgitation element P3 will be supplied into drawing 5 to the timing shown with Sign S, and if the 3rd evaluation pulse is used, the regurgitation element P3 will be supplied into drawing 5 to the timing shown with Sign L. Since ink can be pressurized more efficiently than the case where the 1st evaluation pulse is used in these cases, the amount of ink increases rather than the 1st evaluation pulse.

[0067] Moreover, when it has the proper oscillation period  $T_c$  with the recording head 1 shorter than a design value after an assembly, as a broken line shows in drawing 5  $R > 5$ , as for the supply time amount of the 1st hold element P2 with which the amount of regurgitation ink serves as the minimum, the proper oscillation period  $T_c$  becomes shorter than the recording head 1 as a design value. For this reason, about the amount of ink, the case where the 2nd evaluation pulse is used decreases most, the case where the 1st evaluation pulse is used decreases in the 2nd, and the case where the 3rd evaluation pulse is used increases most.

[0068] When it has the proper oscillation period  $T_c$  with the recording head 1 longer than a design value after an assembly on the contrary, as an alternate long and short dash line shows in drawing 5, as for the supply time amount of the 1st hold element P2 with which the amount of regurgitation ink serves as the minimum, the proper oscillation period  $T_c$  becomes longer than the recording head 1 as a design value. For this reason, about the amount of ink, the case where the 2nd evaluation pulse is used increases most, the case where the 1st evaluation pulse is used increases in the 2nd, and the case where the 3rd evaluation pulse is used decreases most.

[0069] And in the 1st period judging phase, the proper oscillation period of the ink pressure in the pressure room 17 is judged based on the amount of ink for every evaluation pulse TP. For example, the amount  $I_{w1}$  of ink corresponding to [ as shown in drawing 6 ] the 1st evaluation pulse ( $1 = 4.2$  microseconds of  $P_{wh}(s)$ ), By measuring the amount  $I_{w2}$  of ink corresponding to the 2nd evaluation pulse ( $1 = 3.4$  microseconds of  $P_{wh}(s)$ ), and the amount  $I_{w3}$  of ink corresponding to the 3rd evaluation pulse ( $1 = 5.0$  microseconds of  $P_{wh}(s)$ ) That is, the proper oscillation period  $T_c$  is judged from the correlation of the time interval from the excitation element P1 to the regurgitation element P3, and the amount of ink.

[0070] That is, when these amounts  $I_{w1}$ ,  $I_{w2}$ , and  $I_{w3}$  of ink are measured, there are few amounts  $I_{w1}$  of ink, and as described above (when the segment of a round mark shows to drawing 6), in the case of the recording head 1 in which the amounts  $I_{w2}$  and  $I_{w3}$  of ink have larger relation than the amount  $I_{w1}$  of ink, it judges with the proper oscillation period  $T_c$  of the recording head 1 after assembly being as a design value. Furthermore, with this operation gestalt, the recording head 1 with more amounts  $I_{w3}$  of ink on which the amounts  $I_{w1}$  and  $I_{w2}$  of ink spread abbreviation etc. than the amount  $I_{w1}$  of ink, and the recording head 1 with more amounts  $I_{w2}$  of ink on which the amounts  $I_{w1}$  and  $I_{w3}$  of ink spread abbreviation etc. than the amount  $I_{w1}$  of ink are also judged with the proper oscillation period  $T_c$  being as a design value.

[0071] Moreover, there are few amounts  $I_{w2}$  of ink, and the 2nd has few amounts  $I_{w1}$  of ink, and in the case of the recording head 1 in which the amount  $I_{w3}$  of ink has the largest relation, it judges with the proper oscillation period  $T_c$  of the recording head 1 after assembly being shorter than a design value (when the segment of the square mark shows to drawing 6).

[0072] Moreover, there are most amounts  $I_{w2}$  of ink, and the 2nd has many amounts  $I_{w1}$  of ink, and in the case of the recording head 1 in which the amount  $I_{w3}$  of ink has the fewest relation, it judges with the proper oscillation period  $T_c$  of the recording head 1 after assembly being longer than a design value (when the segment of x mark shows to drawing 6).

[0073] In addition, when patterns other than the above are obtained, it treats as an error, and it processes urging remeasurement etc.

[0074] Thus, since the ink droplet was made to breathe out with this operation gestalt using three kinds

of evaluation pulses TP 1 which changed the time interval from the excitation element P1 to the regurgitation element P3 and the proper oscillation period  $T_c$  is judged from each evaluation pulse TP 1 and the correlation of the amounts  $I_{w1}$ – $I_{w3}$  of ink, a judgment is simple and the correspondence to automation of measurement is also easy a judgment.

[0075] Based on the judgment result in the 1st period judging phase in a measurement process, a recording head 1 is classified into  $T_c$  rank of a three-stage according to a rank division process. That is, as shown in drawing 7, when the proper oscillation period  $T_c$  is as a design value, it classifies into a standard (def) rank and  $T_c$  rank ID=0 is given. Moreover, when the proper oscillation period  $T_c$  is shorter than a design value, it classifies into a  $T_{cmin}$  rank and  $T_c$  rank ID=1 is given, and when the proper oscillation period  $T_c$  is longer than a design value, it classifies into a  $T_{cmax}$  rank, and  $T_c$  rank ID=2 are given.

[0076] And since the design value of the proper oscillation period  $T_c$  is about 8.4 microseconds, as shown in drawing 8, the recording head 1 whose proper oscillation period  $T_c$  of the ink in the pressure room 17 is 9.2 or less microseconds 7.6 microseconds or more is classified into a standard rank according to this operation gestalt, the recording head 1 for less than 7.6 microseconds is classified into a  $T_{cmin}$  rank according to it for the proper oscillation period  $T_c$ , and the recording head 1 with the larger proper oscillation period  $T_c$  than 9.2 microseconds is classified into a  $T_{cmax}$  rank according to it.

[0077] Thus, the standard rank whose proper oscillation period  $T_c$  is as a design value as a  $T_c$  rank by the manufacture approach of this operation gestalt, Since a  $T_{cmin}$  rank with the proper oscillation period  $T_c$  shorter than a design value and a  $T_{cmax}$  rank with the proper oscillation period  $T_c$  longer than a design value are set up and the recording head 1 after assembly was classified into these three  $T_c$  ranks The drive wave for record can be set up for every  $T_c$  rank, and equalization of image quality is easy so that it may mention later. moreover, the judgment of the proper oscillation period  $T_c$  — being related — the correlation of the time interval from the excitation element P1 to the regurgitation element P3, and the amount of regurgitation ink — since it is carrying out, it is simple and the correspondence to automation of measurement is also easy. For this reason, the classification of a recording head 1 can be performed without dropping manufacture effectiveness, and it is suitable for mass production.

[0078] By the way, although ink weight was measured using the evaluation pulse generating circuit 30 and the electronic balance 31 and the proper oscillation period  $T_c$  of the ink in the pressure room 17 was judged at the above-mentioned measurement process based on this ink weight, measurement of the proper oscillation period  $T_c$  is not limited to this approach. For example, the volume of an ink droplet is measured and you may make it judge the proper oscillation period  $T_c$  of the ink in the pressure room 17 from the measured volume. What is necessary is in short, just to judge the proper oscillation period  $T_c$  based on the amount of the breathed-out ink.

[0079] Moreover, you may constitute from an ink rate measurement phase which measures the flying speed of the ink droplet breathed out in the above-mentioned measurement process, and a 2nd period judging phase of judging the proper oscillation period  $T_c$  based on the measured flying speed.

[0080] That is, when the above-mentioned evaluation pulse TP 1 is used, in proportion to the amount of an ink droplet, the flying speed of an ink droplet also changes by changing the supply time amount of the 1st hold element P2. By the supply time amount from which the amount of ink serves as the minimum, the flying speed of an ink droplet becomes the slowest, and specifically, a flying speed rises, so that the amount of ink increases. Therefore, in an ink rate measurement phase, the proper oscillation period  $T_c$  can be measured by changing the time interval  $P_{wh1}$  from the termination of the excitation element P1 in an evaluation signal to the start edge of the regurgitation element P3, and judging the correlation of the time interval from the excitation element P1 to the regurgitation element P3, and an ink droplet rate for measurement of an ink droplet rate in a multiple-times deed and the 2nd period judging phase.

[0081] And also in this case, the time interval  $P_{wh1}$  from the excitation element P1 in the evaluation pulse TP 1 to the regurgitation element P3 can be set as the 1st allowed time, the 2nd allowed time, and



the 3rd allowed time, and the proper oscillation period  $T_c$  can be measured simple by measuring an ink droplet rate 3 times.

[0082] In addition, as a rate measuring device which measures the flying speed of an ink droplet, as long as it can measure a flying speed, you may be what kind of configuration. for example, a time check have the timer which clocks elapsed time until it crosses a beam of light from the time of an ink droplet being breathed out based on the detecting signal from the beam-of-light developmental mechanics which generates the beam of light (for example, laser beam) which intersects the flight locus of an ink droplet as a rate measuring device, the light-receiving device which receives this beam of light, and a light-receiving device, and according to a timer -- what asks for the flying speed of an ink droplet based on information is used suitably.

[0083] Moreover, although measurement of the amount of ink and measurement of an ink rate were performed 3 times with the above-mentioned operation gestalt using the 1st evaluation pulse, the 2nd evaluation pulse, and three kinds of evaluation pulses TP 1 that consist of the 3rd evaluation pulses, it is not limited to this approach. For example, the 4th evaluation pulse with the time interval shorter than the 2nd evaluation pulse from the excitation element P1 to the regurgitation element P3 and the 5th evaluation pulse with the time interval longer than the 3rd evaluation pulse from the excitation element P1 to the regurgitation element P3 are added further, it measures 5 times using five kinds of evaluation pulses TP 1, and you may make it ask for the proper oscillation period  $T_c$  relatively from the measurement result. It measures twice using two kinds of evaluation pulses TP 1, and you may make it similarly ask for the proper oscillation period  $T_c$  relatively from the measurement result.

[0084] and when it measures 3 times or more using three or more kinds of evaluation pulses TP 1, the target recording head 1 has the proper oscillation period  $T_c$  as a design value, and has the proper oscillation period  $T_c$  shorter than a design value -- or it can grasp more clearly whether it has the proper oscillation period  $T_c$  longer than a design value.

[0085] Moreover, although the above-mentioned operation gestalt explained the case of the recording head 1 which used the piezoelectric transducer 2 in longitudinal-oscillation mode as a pressure generating component, this invention is applicable also to the recording head which used the piezoelectric transducer in flexurally oscillating mode, and the piezoelectric transducer in transverse-oscillation mode.

[0086] Moreover, a pressure generating component may not be limited to a piezoelectric transducer, and may be magnetostrictor and a heater element. Hereafter, the example which applied this invention to the recording head using a heater element is explained.

[0087] First, with reference to drawing 11 , the configuration of a recording head 70 is explained from drawing 9 . The illustrated recording head 70 consists of a tabular \*\*\*\* formation member 73 which forms base Itabe 72 who constitutes some septa of the common ink room 71, and the weir section for securing the depth of the common ink room 71, a passage formation substrate 76 which prepared the hollow part used as the pressure room 74 or the ink feed hopper 75, and a nozzle plate 78 which established two or more nozzle orifices 77 to seriate. And this recording head 70 is produced by joining the \*\*\*\* formation member 73 on base Itabe 72, joining the passage formation substrate 76 to the front face of the \*\*\*\* formation member 73 of the opposite side in base Itabe 72, and joining a nozzle plate 78 to the front face of the passage formation substrate 76 of the opposite side in the \*\*\*\* formation member 73.

[0088] By this recording head 70, between the common ink room 71 and the pressure rooms 74 is opened for free passage by the constriction-like ink feed hopper 75. Moreover, the pressure room 74 is produced by the abbreviation rectangle-like hollow part, and the nozzle orifice 77 is opening it for free passage in this pressure room 74. This nozzle orifice 77 is formed in the abbreviation taper configuration whose diameter was expanded towards the pressure room 74 side, and the opening area by the side of the pressure room 74 is widely formed in extent which can cover opening of the pressure room 74.

[0089] And in this recording head 70, only the number corresponding to a nozzle orifice 77 in the ink

passage which is open for free passage from the common ink room 71 to a nozzle orifice 77 through the ink feed hopper 75 and the pressure room 74 is formed. Moreover, the heater element 79 which is a kind of a pressure generating component is formed in the internal surface of the pressure room 74 which counters a nozzle orifice 77.

[0090] In making an ink droplet breathe out by this recording head 70, as shown in drawing 12, the ink on a heater element 79 is boiled at making a heater element 79 generate heat rapidly from a steady state, and it generates air bubbles 80 in the pressure room 74. That is, a heater element 79 is made into the non-febrile state in the steady state shown in drawing 12 (a). In this steady state, since air bubbles are not generated on a heater element 79, an ink droplet is not breathed out. And if a heater element 79 is made to generate heat from this steady state, as shown in drawing 12 (b), the ink on a heater element 79 will boil, air bubbles 80 will be generated, it will expand quickly, and the ink in the pressure room 74 will be pressurized. Consequently, the ink extruded from the nozzle orifice 77 serves as an ink droplet, and flies.

[0091] in order to measure the proper oscillation period  $T_c$  of the ink pressure in the pressure room 74 about the recording head 70 of such a configuration, the evaluation driving signal TD (a kind of the evaluation signal of this invention) shown in drawing 13 is generated from an evaluation signal generating circuit (a kind of the evaluation signal generation means of this invention — not shown.), a recording head 70 is supplied, and an ink droplet is made to breathe out

[0092] This evaluation driving signal TD includes the regurgitation pulse TP 3 containing the regurgitation element P12 which it is generated [ element ] after the excitation pulse TP 2 containing the excitation element P11 which makes the ink in the pressure room 74 excite pressure vibration of the proper oscillation period  $T_c$ , and this excitation pulse TP 2, and makes an ink droplet breathe out from a nozzle orifice 77. And the amount of ink changes by changing the time interval disw from the excitation element P11 to the regurgitation element P12 by this evaluation signal as well as the above-mentioned operation gestalt. Therefore, the time interval disw from the excitation element P11 in an evaluation signal to the regurgitation element P12 can be changed, and the proper oscillation period  $T_c$  can be measured for measurement of the amount of ink from a correlation with a multiple-times deed, a time interval disw and the amount of ink, or a flying speed.

[0093] And based on the measured proper oscillation period  $T_c$ , by classifying the recording head 70 after assembly into two or more  $T_c$  ranks, the driving signal COM for record can be set up for every  $T_c$  rank, and image quality can be easily equalized so that it may mention later. Moreover, since an activity is also simple, a recording head 70 can be classified without dropping manufacture effectiveness, and it is suitable for mass production.

[0094] And  $T_c$  rank is written by the recording head 1 (70) classified for every  $T_c$  rank. The notation of this  $T_c$  rank is performed by the rank notation member 32 as shown in drawing 14. As this rank notation member 32, the seal member and the plate member in which the glue line was formed at the rear face are used suitably. Moreover, as rank notation information given to the rank notation member 32, the encoded information which can be read can constitute optically with the mark information constituted with notations, such as an alphabetic character, a figure, and a graphic form, and a scanner.

[0095] And as the above-mentioned mark information, the notation (equivalent to the 1st mark information of this invention) which shows  $T_c$  rank can be used. For example, the  $T_c$  rank ID of a standard rank can use "0", "1", and "2" as mark information, when the  $T_c$  rank ID of "0" and a  $T_{cmin}$  rank is [ the  $T_c$  rank ID of "1" and a  $T_{cmax}$  rank ] "2." Similarly, the alphabet can also be used.

[0096] Moreover, the notation (equivalent to the 2nd mark information of this invention) which shows the combination of  $T_c$  rank of nozzle trains for the above-mentioned nozzle train by two or more trains preparation \*\*\*\*\* 1 can also be used. For example, in the recording head 1 according to which 2 train preparation and each nozzle train were classified into three ranks (a criterion,  $T_{cmin}$ ,  $T_{cmax}$ ) in the nozzle train, mark information can be set up as follows. That is, when both the 1st nozzle train and the 2nd nozzle train are standard ranks, "A" is used as mark information. Moreover, the 1st nozzle train



is a standard rank, and when the 2nd nozzle train is a Tcmin rank, "B" is used as mark information. Furthermore, the 1st nozzle train is a standard rank, and when the 2nd nozzle train is a Tcmax rank, "C" is used as mark information. Mark information is given about each combination of nine kinds of Tc ranks like the following.

[0097] By taking such a configuration, the number of the mark information written to the rank notation member 32 also in the recording head 1 equipped with two or more nozzle trains can be reduced, and the notation field of the rank notation member 32 can be used effectively. For example, other information can be written to a notation field.

[0098] The pattern image which can change into the Tc rank ID the binary picture information read with the scanner as the above-mentioned encoded information is used. For example, the bar code which consisted of parallel lines of two or more kinds of line breadth is used suitably. Thus, if encoded information is used as rank notation information, it will become possible to make Tc rank information on the recording head 1 concerned read automatically with a scanner or a line sensor by sticking on the predetermined location of a recording head 1 the rank notation member 32 which encoded information described. For this reason, in case the drive wave suitable for a recording head 1 is set up, the reading activity of Tc rank information can be automated, and it contributes to the increase in efficiency of an activity.

[0099] Moreover, concerning the above-mentioned Tc rank, as shown in drawing 1515, the rank identification information which shows Tc rank may be electrically stored in the rank identification information storage element 33. In this case, the rank identification information storage element 33 is built in a recording head 1. The nonvolatile memory which can rewrite information, such as EEPROM and an IC memory, is used suitably that this rank identification information storage element 33 should just be a component which memorizes rank identification information possible [ reading ] electrically. With this configuration, since the rank identification information storage element 33 and the control section 46 of a recording device are electrically connectable as shown in drawing 16, reading of rank identification information is automatable.

[0100] Next, based on the operation of Tc rank given to the recording head 1, i.e., Tc rank, the procedure of setting up the controlling factor of the wave element which constitutes a driving signal is explained. Here, drawing 16 is a block diagram explaining the electric configuration of ink jet type recording apparatus, such as a printer and a plotter.

[0101] The illustrated recording apparatus is equipped with the printer controller 41 and the print engine 42.

[0102] The interface 43 whose printer controller 41 receives the print data from a host computer (not shown) etc., RAM44 which performs various data storages etc., and ROM45 which memorized the control routine for various data processing etc., The control section 46 which functioned also as a wave control means of this invention, and was constituted including CPU, An oscillator circuit 47 and the drive signal generating circuit 48 which generates the driving signal which functions as a drive signal generation means of this invention, and is supplied to a recording head 1, It has the interface 49 for transmitting printing data, a driving signal, etc. which were acquired by developing print data for every dot to the print engine 42.

[0103] The print engine 42 consists of an above-mentioned recording head 1, a carriage device 51, and carriage 52. The recording head 1 is equipped with the shift register 53 with which printing data are set, the latch circuit 54 which latches the printing data set to the shift register 53, the level shifter 55 which functions as a voltage amplifier, the switching circuit 56 which controls supply of the driving signal over a piezoelectric transducer 2, the piezoelectric transducer 2, and the above-mentioned rank identification information storage element 33.

[0104] The above-mentioned control section 46 operates in conformity with the program of operation memorized by ROM45, and controls each part of a recording device. The drive signal generating circuit 48 generates the driving signal COM of the wave configuration defined by the control section 46. And a

control section 46 (wave control means) controls the drive signal generating circuit 48 according to Tc rank given to the recording head 1, and defines the wave configuration of a driving signal. That is, according to Tc rank, the controlling factor of the wave element which constitutes a driving signal is defined.

[0105] Hereafter, wave control of the driving signal based on Tc rank is explained. First, it responds to Tc rank and the example which defined the controlling factor of the oscillating control element which affects oscillating control of the meniscus after expulsion of an ink droplet is explained.

[0106] It is generated after the fine oscillating pulse DP 1 which fine-vibrates a meniscus, and this fine oscillating pulse DP 1, and the driving signal COM 1 illustrated to drawing 17 contains Normal dot driving pulse DP2 which makes the ink droplet of the Normal dot (ND) breathe out from a nozzle orifice 16. And these fine oscillating pulses DP 1 and Normal dot driving pulse DP2 are repeated to every printing period T, and it generates.

[0107] In this driving signal COM 1, the fine oscillating pulse DP 1 or Normal dot driving pulse DP2 is supplied to a piezoelectric transducer 2. That is, in making an ink droplet breathe out, only Normal dot driving pulse DP2 is chosen, and it supplies a piezoelectric transducer 2, and in not making an ink droplet breathe out, the fine oscillating pulse DP 1 is chosen and it supplies a piezoelectric transducer 2.

[0108] The fine oscillating pulse DP 1 is a driving pulse for making the fine vibration in printing perform. From the middle potential VM to the 2nd middle potential VMH somewhat higher than this middle potential The fine oscillating expansion element P21 which raises potential by the comparatively loose electric potential gradient of extent which does not make an ink droplet breathe out, The fine oscillating hold element P22 which is generated following the fine oscillating expansion element P21, and carries out predetermined time maintenance of the 2nd middle potential VMH, It consists of fine oscillating contractile elements P23 to which it is generated following the fine oscillating hold element P22, and potential is dropped by the comparatively loose electric potential gradient from the 2nd middle potential VMH to the middle potential VM.

[0109] If this fine oscillating pulse DP 1 is supplied to a piezoelectric transducer 2, a piezoelectric transducer 2 and the pressure room 17 will operate as follows. That is, a piezoelectric transducer 2 contracts for a while with supply of the fine oscillating expansion element P21, and the pressure room 17 expands for a while from a steady state. The inside of the pressure room 17 is decompressed with this expansion, and a meniscus is drawn in a pressure room side for a while. The expansion condition of this pressure room 17 continues, and is maintained at the days of supply of the fine oscillating hold element P22, and a meniscus continues and oscillates freely during this maintenance period. Then, the fine oscillating contractile element P23 is supplied, and a piezoelectric transducer 2 develops for a while, and contracts the pressure room 17 to a steady state. With this contraction, the ink in the pressure room 17 is pressurized for a while, and excitation of the vibration of a meniscus is carried out. Thereby, thickening of the ink of the nozzle orifice 16 neighborhood is prevented.

[0110] The expansion element P24 which raises potential with the fixed inclination of extent which Normal dot driving pulse DP2 is [ extent ] equivalent to the 1st driving pulse of this invention, and does not make an ink droplet breathe out from the middle potential VM to the maximum potential VP, The expansion hold element P25 which is generated following the expansion element P24 and carries out predetermined time maintenance of the maximum potential VP, The regurgitation element P26 to which it is generated following the expansion hold element P25, and potential is rapidly dropped from the maximum potential VP to the minimum potential VG, It consists of a vibration-deadening hold element P27 which is generated following the regurgitation element P26 and carries out predetermined time maintenance of the minimum potential VG, and a vibration-deadening element P28 which it is generated [ element ] following the vibration-deadening hold element P27, and raises potential from the minimum potential VG to the middle potential VM.

[0111] In this Normal dot driving pulse DP2, each element from the expansion element P24 to the vibration-deadening element P28 is equivalent to the wave element of this invention. Moreover, the

expansion element P24 is equivalent to the 1st expansion element of this invention, the regurgitation element P26 is equivalent to the 1st regurgitation element of this invention, the vibration-deadening hold element P27 is equivalent to the vibration-deadening hold element (a kind of an oscillating control element) of this invention, and the vibration-deadening element P28 is equivalent to the 1st vibration-deadening element of this invention.

[0112] If this Normal dot driving pulse DP2 is supplied to a piezoelectric transducer 2, a piezoelectric transducer 2 and the pressure room 17 will operate as follows.

[0113] That is, a piezoelectric transducer 2 contracts greatly with supply of the expansion element P24, and the pressure room 17 expands from a steady state to the maximum volume. The inside of the pressure room 17 is decompressed with this expansion, and a meniscus is drawn in a pressure room side. The expansion condition of this pressure room 17 continues, and is maintained at the days of supply of the expansion hold element P25, and a meniscus continues during this maintenance period and oscillates freely the proper oscillation period  $T_c$ . Then, the regurgitation element P26 is supplied, and a piezoelectric transducer 2 develops greatly and contracts the pressure room 17 rapidly to the minimum volume. With this contraction, the ink in the pressure room 17 is pressurized and an ink droplet is breathed out from a nozzle orifice 16. Although the contraction condition of the pressure room 17 is maintained since the vibration-deadening hold element P27 is supplied following the regurgitation element P26, the meniscus is vibrating greatly in response to the effect of expulsion of an ink droplet at this time. Then, the vibration-deadening element P28 is supplied to the timing which can negate vibration of a meniscus, and the pressure room 17 carries out an expansion return to a steady state. That is, that the ink pressure in the pressure room 17 should be offset, the pressure room 17 is expanded and an ink pressure is decompressed. Thereby, vibration of a meniscus can be controlled in a short time, and the regurgitation of the following ink droplet can be stabilized.

[0114] And a control section 46 (wave control means) controls the drive signal generating circuit 48 (drive signal generation means) according to  $T_c$  rank, and changes the generating time amount Pwh2 of the vibration-deadening hold element P27 generated between the regurgitation element P26 and the vibration-deadening element P28. That is, according to  $T_c$  rank, the reduced pressure timing of the pressure room 17 by the vibration-deadening element P28 is changed. For example, about the recording head 1 of a standard rank and  $T_{cmax}$ , the generating time amount Pwh2 is set as 4.5 microseconds, and the generating time amount Pwh2 is set as 3.3 microseconds about the recording head 1 of  $T_{cmin}$ .

[0115] Thus, if the generating time amount Pwh2 of the vibration-deadening hold element P27 is changed according to  $T_c$  rank, vibration of a meniscus can be suppressed efficiently. That is, vibration of the meniscus immediately after expulsion of an ink droplet is greatly influenced by the ink pressure in the pressure room 17. That is, greatly in response to the fact that the effect of the proper oscillation period  $T_c$ , it is vibrating. For this reason, the vibration-deadening element P28 can be supplied to the timing suitable for the proper oscillation period  $T_c$  of that recording head 1 by changing the generating time amount Pwh2 of the vibration-deadening hold element P27 according to  $T_c$  rank. Therefore, vibration of a meniscus can be suppressed efficiently.

[0116] Furthermore, about the recording head 1 classified into the same  $T_c$  rank, the same modification has been performed about the vibration-deadening hold element P27, and a different exclusive wave for every recording head is not used. For this reason, it is efficient in case it mass-produces. Furthermore, since the individual difference in a manufacture process can be amended, even if it is the recording head 1 which could not be discarded conventionally, it can carry in a recording device, and improvement in the yield can also be aimed at.

[0117] In addition, although  $T_c$  rank considered as the generating time amount Pwh2 same about the standard recording head 1 and the recording head 1 of  $T_{cmax}$  with this operation gestalt, of course, the separate generating time amount Pwh2 may be set up by the recording head 1 of a standard rank, and the recording head 1 of  $T_{cmax}$ .

[0118] Next, the example which defined the generating time amount of the 2nd pulse connection

element which connects between the termination of the driving pulse of the point in 1 printing period and the start edges of a next driving pulse by Tc rank is explained.

[0119] The driving signal COM 2 illustrated to drawing 18 contains the Normal dot driving pulse in [ three ] 1 printing period, repeats these Normal dot driving pulses DP3–DP5 to every printing period T, and generates it.

[0120] And in this driving signal COM 2, according to the gradation of a dot, these driving pulses DP3–DP5 are chosen, and a piezoelectric transducer 2 is supplied. For example, when dot pattern data are a gradation value (01), only 2nd Normal dot driving pulse DP4 is supplied to a piezoelectric transducer 2. Moreover, when it is a gradation value (10), 1st Normal dot driving pulse DP3 and 3rd Normal dot driving pulse DP5 are supplied to a piezoelectric transducer 2. Furthermore, when it is a gradation value (11), each Normal dot driving pulses DP3–DP5 are supplied to a piezoelectric transducer 2.

[0121] Each Normal dot driving pulses DP3–DP5 are equivalent to the 1st driving pulse of this invention like above-mentioned Normal dot driving pulse DP2. And each wave elements P24–P28 which constitute these Normal dot driving pulses DP3–DP5 are the same as the wave elements P24–P28 of Normal dot driving pulse DP2. For this reason, that explanation is omitted.

[0122] In this driving signal COM 2, the pulse connection elements P31 and P32 were generated among the Normal dot driving pulses, and driving pulses are connected to a single string. That is, the termination of Normal dot driving pulse DP3 (equivalent to the driving pulse of the point of this invention) and the start edge of Normal dot driving pulse DP4 (equivalent to the driving pulse after this invention) are connected with the pulse connection element P31. Moreover, the termination of Normal dot driving pulse DP4 (equivalent to the driving pulse of the point of this invention) and the start edge of Normal dot driving pulse DP5 (equivalent to the driving pulse after this invention) are connected with the pulse connection element P32. Therefore, in this driving signal COM 2, the pulse connection elements P31 and P32 are kinds of the oscillating control element of this invention, and are equivalent to the 2nd pulse connection element.

[0123] And a control section 46 (wave control means) controls the drive signal generating circuit 48 (drive signal generation means) according to Tc rank, and changes the generating time amount Pwh2 of the vibration-deadening hold element P27, the generating time amount pdis1 of the pulse connection element P31, and the generating time amount pdis2 of the pulse connection element P32.

[0124] This is for arranging the expulsion-of-an-ink-droplet timing by each Normal dot driving pulses DP3–DP5. That is, although rationalization was attained about the supply timing of the vibration-deadening element P28 by modification of the generating time amount Pwh2, the supply timing of the Normal dot driving pulses DP4 and DP5 will get mixed up only by changing the generating time amount Pwh2. Then, it combined with modification of the generating time amount Pwh2, the generating time amount pdis1 and the generating time amount pdis2 were changed suitably, and the regurgitation timing of an ink droplet is arranged. Thereby, since the expulsion-of-an-ink-droplet timing in each Normal dot driving pulses DP3–DP5 is arranged, equalization of the impact location of an ink droplet can be attained and it contributes to the improvement in image quality.

[0125] Next, the example which defined the generating time amount of the 2nd vibration-deadening element of the 2nd driving pulse and the generating time amount of the 1st pulse connection element of the 3rd driving pulse by Tc rank is explained.

[0126] It is generated after fine oscillating pulse DP1' which fine-vibrates a meniscus, and this fine oscillating pulse DP1', and including micro dot driving pulse DP6 which makes the ink droplet of a micro dot breathe out from a nozzle orifice 16, and middle dot driving pulse DP7 which makes the ink droplet of a middle dot breathe out from a nozzle orifice 16, the driving signal COM 3 illustrated to drawing 19 repeats these driving pulse DP1', and DP6 and DP7 to every printing period T, and is generated.

[0127] In this driving signal COM 3, when not making an ink droplet breathe out, only fine oscillating pulse DP1' is chosen, a piezoelectric transducer 2 is supplied, and when dot pattern data are data of a micro dot, only micro dot driving pulse DP6 is supplied to a piezoelectric transducer 2. Moreover, when

it is data of a middle dot, only middle dot driving pulse DP7 is supplied to a piezoelectric transducer 2. Furthermore, when it is data of a large dot, micro dot driving pulse DP6 and middle dot driving pulse DP7 are supplied to a piezoelectric transducer 2.

[0128] Fine oscillating pulse DP1' is the above-mentioned fine oscillating pulse DP 1 and a driving pulse to which the fine vibration in printing is made to perform similarly, and consists of fine oscillating expansion element P21', fine oscillating hold element P22', and fine oscillating contractile element P23'. The difference between this fine oscillating pulse DP1' and the fine oscillating pulse DP 1 is the point that this fine oscillating pulse DP1' is changing potential from the minimum potential VG in the range of the middle potential VM to the fine oscillating pulse DP 1 changing potential in the range of the middle potential VM to the 2nd middle potential VMH. And since there is no change in other points, the detailed explanation about this fine oscillating pulse DP1' is omitted.

[0129] The expansion element P41 which micro dot driving pulse DP6 is [ element ] equivalent to the 2nd driving pulse of this invention, and raises potential with comparatively steep inclination from the minimum potential VG to the maximum potential VPH, it generates following the expansion element P41 — having — the maximum potential VPH — \*\*\*\* — with the short expansion hold element P42 which carries out time amount maintenance The regurgitation element P43 to which potential is dropped with inclination comparatively steep from the maximum potential VPH to the 2nd maximum potential VPL somewhat lower than this maximum potential VPH, the 2nd maximum potential VPL — \*\*\*\* — it consists of a short regurgitation hold element P44 which carries out time amount maintenance, and a vibration-deadening element P45 to which potential is dropped by the electric potential gradient comparatively loose from the 2nd maximum potential VPL to the minimum potential VG.

[0130] In this micro dot driving pulse DP6, each element from the expansion element P41 to the vibration-deadening element P45 is equivalent to the wave element of this invention. Moreover, the expansion element P41 is equivalent to the 2nd expansion element of this invention, the regurgitation element P43 is equivalent to the 2nd regurgitation element of this invention, and the vibration-deadening element P45 is equivalent to the 2nd vibration-deadening element (a kind of an oscillating control element) of this invention.

[0131] If this micro dot driving pulse DP6 is supplied to a piezoelectric transducer 2, a piezoelectric transducer 2 and the pressure room 17 will operate as follows. That is, a piezoelectric transducer 2 contracts greatly with supply of the expansion element P41, and the pressure room 17 expands quickly from the minimum volume to the maximum volume. With this expansion, the inside of the pressure room 17 is decompressed greatly, and a meniscus is greatly drawn in a pressure room side. At this time, a part for the core of a meniscus, i.e., near the center of a nozzle orifice 16, is once drawn greatly, and they will be risen to convex by counteraction after that. Next, the expansion hold element P42 and the regurgitation element P43 are supplied continuously, the pressure room 17 contracts for a while with supply of the regurgitation element P43, ink is pressurized for a while, and a part for the core of a meniscus is breathed out as an ink droplet. Although a meniscus vibrates greatly in connection with the regurgitation of this ink droplet, with the vibration-deadening element P45 supplied after that, the pressure room 17 contracts gently and vibration of the meniscus after expulsion of an ink droplet is controlled.

[0132] And a control section 46 (wave control means) controls the drive signal generating circuit 48 (drive signal generation means) according to Tc rank, and changes generating time amount Pwdmu2 of the vibration-deadening element P45. That is, according to Tc rank, the contraction rate of the pressure room 17 by the vibration-deadening element P45 is changed. It combines and generating time amount Pwhmu3 of the pulse connection element P33 generated between micro dot driving pulse DP6 and middle dot driving pulse DP7 are changed.

[0133] For example, about the recording head 1 of a standard rank, generating time amount Pwdmu2 are set as 4.3 microseconds, generating time amount Pwhmu3 are set as 11.0 microseconds, respectively, about the recording head 1 of Tcmin, generating time amount Pwdmu2 are set as 4.1 microseconds,

generating time amount Pwhmu3 are set as 11.2 microseconds, respectively, about the recording head 1 of Tcmax, generating time amount Pwdmu2 are set as 4.7 microseconds, and generating time amount Pwhmu3 are set as 10.6 microseconds, respectively.

[0134] This is also for suppressing vibration of a meniscus efficiently. That is, immediately after expulsion of an ink droplet, the meniscus is vibrating, greatly in response to the fact that the effect of the proper oscillation period Tc. For this reason, by changing generating time amount Pwdmu2 of the vibration-deadening element P45 according to Tc rank, the ram speed of the ink in the pressure room 17 can change, and the pressure vibration in ink can be suppressed efficiently. Moreover, since generating time amount Pwhmu3 of the pulse connection element P53 are changed collectively, the regurgitation timing of the ink droplet by middle dot driving pulse DP7 generated next can be arranged.

[0135] Next, middle dot driving pulse DP7 is explained. This middle dot driving pulse DP7 is equivalent to the 3rd driving pulse of this invention, and is equipped with the 1st pulse connection element P49 which connects between the vibration-deadening pulses PS 2 which are generated after the regurgitation pulse PS 1 which carries out the regurgitation of the ink droplet, and this regurgitation pulse PS 1, and control vibration of the meniscus after expulsion of an ink droplet, and these regurgitation pulses PS 1 and vibration-deadening pulses PS 2.

[0136] The regurgitation pulse PS 1 consists of an expansion element P46 which raises potential with the inclination of extent which does not make an ink droplet breathe out from the minimum potential VG to the 3rd maximum potential VPM, an expansion hold element P47 which is generated following the expansion element P46 and carries out predetermined time maintenance of the 3rd maximum potential VPM, and a regurgitation element P48 to which potential is dropped with inclination comparatively steep from the 3rd maximum potential VPM to the minimum potential VG. In addition, the 3rd maximum potential VPM is set as potential higher than the 2nd maximum potential VPL lower than the maximum potential VPH.

[0137] The vibration-deadening expansion element P50 which raises potential by the comparatively loose electric potential gradient of extent which the vibration-deadening pulse PS 2 does not make breathe out an ink droplet from the minimum potential VG to the middle potential VM, It consists of a vibration-deadening hold element P51 which is generated following the vibration-deadening expansion element P50, and carries out predetermined time maintenance of the middle potential VM, and a vibration-deadening contractile element P52 to which it is generated following the vibration-deadening hold element P51, and potential is dropped by the comparatively loose electric potential gradient from the middle potential VM to the minimum potential VG.

[0138] And the 1st pulse connection element P49 has connected between the termination of the regurgitation element P48 in the regurgitation pulse PS 1, and the start edges of the vibration-deadening expansion element P50 in the vibration-deadening pulse PS 2.

[0139] In this middle dot driving pulse DP7, each element from the expansion element P46 to the vibration-deadening contractile element P52 is equivalent to the wave element of this invention. And the regurgitation pulse PS 1 is equivalent to the regurgitation pulse of this invention, and the vibration-deadening pulse PS 2 is equivalent to the vibration-deadening pulse of this invention. Moreover, the 1st pulse connection element P49 is equivalent to the 1st pulse connection element (a kind of an oscillating control element) of this invention.

[0140] If this middle dot driving pulse DP7 is supplied to a piezoelectric transducer 2, a piezoelectric transducer 2 and the pressure room 17 will operate as follows. That is, with supply of the expansion element P46, a piezoelectric transducer 2 contracts greatly and the pressure room 17 expands greatly from the minimum volume. The expansion condition of the pressure room 17 is maintained for the supply term of the expansion hold element P47. And the drawn meniscus returns to near the opening edge of a nozzle orifice 16 by the pressure fluctuation of the ink in this maintenance period. Then, the regurgitation element P48 is supplied and the ink droplet of the amount corresponding to a middle dot is breathed out from a nozzle orifice 16.



[0141] The 1st pulse connection element P49 is supplied following the regurgitation element P48. Since the potential of this 1st pulse connection element P49 is the minimum potential VG, the contraction condition of the pressure room 17 is maintained. And the meniscus is vibrating greatly in response to the effect of expulsion of an ink droplet during this maintenance period. Then, the vibration-deadening expansion element P50 is supplied to the timing which can negate vibration of this meniscus, and the pressure room 17 expands again and decompresses the ink in the pressure room 17. Furthermore, after the passage of time specified with the vibration-deadening hold element P51, the pressure room 17 is shrunk so that the vibration-deadening contractile element P52 may be supplied and vibration of a meniscus may be negated, and ink is pressurized.

[0142] And a control section 46 (wave control means) controls the drive signal generating circuit 48 (drive signal generation means) according to Tc rank, and changes the generating time amount Pwhm2 of the 1st pulse connection element P49. That is, according to Tc rank, the supply timing of the vibration-deadening pulse PS 2 is changed.

[0143] For example, about the recording head 1 of a standard rank, the generating time amount Pwhm2 is set as 4.0 microseconds, the generating time amount Pwhm2 is set as 2.8 microseconds about the recording head 1 of Tcmin, and the generating time amount Pwhm2 is set as 5.4 microseconds about the recording head 1 of Tcmax. Vibration of nothing and a meniscus can be efficiently suppressed for the same operation as the time of this changing the generating time amount Pwh2 of the above-mentioned vibration-deadening hold element P27.

[0144] By the way, although each above-mentioned driving signals COM1-COM3 explained the example which defined the controlling factor of an oscillating control element according to Tc rank, this invention is not limited to this example. For example, the controlling factor of the property fluctuation element which does effect may be set to the regurgitation property of an ink droplet according to Tc rank. Hereafter, the example which defined the controlling factor of a property fluctuation element is explained.

[0145] It is generated after the fine oscillating pulse DP 8 which fine-vibrates a meniscus, and this fine oscillating pulse DP 8, and including micro dot driving pulse DP9 which makes the ink droplet of a micro dot breathe out from a nozzle orifice 16, and middle dot driving pulse DP10 which makes the ink droplet of a middle dot breathe out from a nozzle orifice 16, the driving signal COM 4 illustrated to drawing 20 repeats these driving pulses DP8, DP9, and DP10 to every printing period T, and is generated.

[0146] In this driving signal COM 4, when not making an ink droplet breathe out, the fine oscillating pulse DP 8 is chosen, a piezoelectric transducer 2 is supplied, and when dot pattern data are data of a micro dot, only micro dot driving pulse DP9 is supplied to a piezoelectric transducer 2. Moreover, when it is data of a middle dot, only middle dot driving pulse DP10 is supplied to a piezoelectric transducer 2. Furthermore, when it is data of a large dot, micro dot driving pulse DP9 and middle dot driving pulse DP10 are supplied to a piezoelectric transducer 2.

[0147] The fine oscillating pulse DP 8 is a driving pulse for making the fine vibration in printing perform like the above-mentioned fine oscillating pulse DP 1 and DP1'. and this fine oscillating pulse DP 8 from the minimum potential VG to the 2nd minimum potential VGH somewhat higher than this minimum potential The fine oscillating expansion element P61 which raises potential by the comparatively loose electric potential gradient of extent which does not make an ink droplet breathe out, The fine oscillating hold element P62 which is generated following the fine oscillating expansion element P61, and carries out predetermined time maintenance of the 2nd minimum potential VGH, It consists of fine oscillating contractile elements P63 to which it is generated following the fine oscillating hold element P62, and potential is dropped by the comparatively loose electric potential gradient from the 2nd minimum potential VGH to the minimum potential VG.

[0148] And if this fine oscillating pulse DP 8 is supplied to a piezoelectric transducer 2, a piezoelectric transducer 2 and the pressure room 17 will operate like the case where the fine oscillating pulse DP 1 and DP1' are supplied, and ink thickening of the nozzle orifice 16 neighborhood will be prevented.

[0149] Micro dot driving pulse DP9 is the same wave configuration as above-mentioned micro dot driving pulse DP6, and is equivalent to the 6th driving pulse and the 7th driving pulse of this invention.

[0150] The expansion element P64 which raises potential with inclination with this micro dot driving pulse DP9 comparatively steep from the minimum potential VG to the maximum potential VPH, it generates following the expansion element P64 — having — the maximum potential VPH — \*\*\*\* — with the short expansion hold element P65 which carries out time amount maintenance The regurgitation element P66 to which potential is dropped with inclination comparatively steep from the maximum potential VPH to the 2nd maximum potential VPL somewhat lower than this maximum potential VPH, the 2nd maximum potential VPL — \*\*\*\* — it consists of a short regurgitation hold element P67 which carries out time amount maintenance, and a vibration-deadening element P68 to which potential is dropped from the 2nd maximum potential VPL to the minimum potential VG.

[0151] In this micro dot driving pulse DP9, each element from the expansion element P64 to the vibration-deadening element P68 is equivalent to the wave element of this invention. And the expansion element P64 is equivalent to the 2nd expansion element of this invention, the expansion hold element P65 is equivalent to the 2nd hold element of this invention, and the regurgitation element P66 is equivalent to the 2nd regurgitation element of this invention. Moreover, these expansion elements P64, the expansion hold element P65, and the regurgitation element P66 are wave elements which participate in the pressure fluctuation in the pressure room 17 the making an ink droplet breathe out purpose, and are a kind of the property fluctuation element of this invention. That is, the expansion element P64 and the regurgitation element P66 are wave elements which carry out the pressurization and decompression of the inside of the pressure room 17 in order to make an ink droplet breathe out, and the expansion hold element P65 is a wave element which specifies the supply initiation timing of the regurgitation element P66.

[0152] If this micro dot driving pulse DP9 is supplied to a piezoelectric transducer 2, a piezoelectric transducer 2 and the pressure room 17 will operate as follows. That is, a piezoelectric transducer 2 contracts greatly with supply of the expansion element P64, and the pressure room 17 expands quickly from the minimum volume to the maximum volume. With this expansion, the inside of the pressure room 17 is decompressed greatly, and a meniscus is greatly drawn in a pressure room side. At this time, a part for the core of a meniscus is drawn greatly and will be risen by the amount of [ of a meniscus ] core to convex by that counteraction. Then, the expansion hold element P65 and the regurgitation element P66 are supplied continuously, the pressure room 17 contracts for a while with supply of the regurgitation element P66, ink is pressurized for a while, and a part for the core of a meniscus is breathed out as an ink droplet. In connection with the regurgitation of this ink droplet, a meniscus vibrates greatly. Then, the regurgitation hold element P67 and the vibration-deadening element P68 are supplied, the pressure room 17 contracts with supply of the vibration-deadening element P68, and vibration of the meniscus after expulsion of an ink droplet is controlled.

[0153] And a control section 46 (wave control means) controls the drive signal generating circuit 48 (drive signal generation means) according to Tc rank, and changes the generating time amount and the potential difference (difference of start edge potential and termination potential) of the expansion element P64. That is, according to Tc rank, the expansion rate and expansion degree (maximum inflation volume) of the pressure room 17 by the expansion element P64 are changed. For example, about the recording head 1 of Tcmax, generating time amount Pwcmu1 of the expansion element P64 is set up for a long time than generating time amount Pwcmu1 in a standard rank, and potential difference Vcmu1 of the expansion element P64 is set up more greatly than potential difference Vcmu1 in a standard rank. On the other hand, about the recording head 1 of Tcmin, generating time amount Pwcmu1 of the expansion element P64 is set up shorter than generating time amount Pwcmu1 in a standard rank, and potential difference Vcmu1 of the expansion element P64 is set up smaller than potential difference Vcmu1 in a standard rank.

[0154] This is for rationalizing the rate of an ink droplet. If Pwcmu1 is taken along an axis of abscissa



and the ink rate  $V_m$  is taken along an axis of ordinate about this micro dot driving pulse DP9 as shown in drawing 21, the property curve of a convex can be drawn on the bottom. And the peak of the ink droplet rate in this property curve is acquired when the proper oscillation period  $T_c$  is made to carry out abbreviation coincidence of generating time amount  $P_{wcmu1}$ . This is considered because the external force applied to ink by actuation of a piezoelectric transducer 2 is most efficiently changed into the pressure vibration in ink by arranging generating time amount  $P_{wcmu1}$  with the proper oscillation period  $T_c$ . Furthermore, about a peak rate, when potential difference  $V_{cmu1}$  is arranged, if the proper oscillation period  $T_c$  is long, a rate will become slow, and a rate becomes quick, so that the proper oscillation period  $T_c$  is short and a response is good. That is, the flying speed of an ink droplet serves as a quick property, so that the proper oscillation period  $T_c$  is short.

[0155] Therefore, about the recording head 1 of  $T_{cmax}$ , the external force from a piezoelectric transducer 2 can be most efficiently changed into the pressure vibration in ink by setting up generating time amount  $P_{wcmu1}$  of the expansion element P64 for a long time than generating time amount  $P_{wcmu1}$  in a standard rank. And the rate of an ink droplet can be raised by setting up potential difference  $V_{cmu1}$  more highly than potential difference  $V_{cmu1}$  for a standard rank, and the rate of an ink droplet can be arranged with the recording head 1 of a standard rank.

[0156] On the contrary, about the recording head 1 of  $T_{cmin}$ , the external force from a piezoelectric transducer 2 can be most efficiently changed into the pressure vibration in ink by setting up shorter than generating time amount  $P_{wcmu1}$  in a standard rank generating time amount  $P_{wcmu1}$  of the expansion element P64. And since the rate of an ink droplet is a property quicker than the recording head 1 of a standard rank, even if the recording head 1 of  $T_{cmin}$  sets up potential difference  $V_{cmu1}$  lower than potential difference  $V_{cmu1}$  for a standard rank, it can arrange the rate of an ink droplet with the recording head 1 of a standard rank. Moreover, since this potential difference  $V_{cmu1}$  is also the factor which specifies the driver voltage  $V_h$  of a driving signal COM 4, it can also lower driver voltage  $V_h$  by the ability making this potential difference  $V_{cmu1}$  low.

[0157] In addition, generating time amount  $P_{wcmu1}$  and potential difference  $V_{cmu1}$  can attain rationalization of the regurgitation property of an ink droplet, if at least one side is changed.

[0158] Moreover, generating time amount  $P_{wdmu1}$  of the regurgitation element P66 and potential difference  $V_{dmu1}$  may be changed by the control section 46 (wave control means) according to  $T_c$  rank. That is, the contraction rate and contraction degree of the pressure room 17 by the regurgitation element P66 may be changed. In this case, since the pressurization conditions of the pressure room 17 at the time of expulsion of an ink droplet are changeable, the rate of an ink droplet can be rationalized.

[0159] Furthermore, you may make it change the generating time amount of the expansion hold element P65 by the control section 46 (wave control means) according to  $T_c$  rank. That is, this expansion hold element P65 is holding the expansion condition of the pressure room 17 by the expansion element P64, and is a wave element which specifies the supply initiation timing of the regurgitation element P66. For this reason, the timing which shrinks the pressure room 17 can be rationalized by changing the generating time amount of the expansion hold element P65. Consequently, the pressure fluctuation in the pressure room 17 can be used efficiently, and the regurgitation of an ink droplet can be made to perform efficiently.

[0160] In addition, the vibration-deadening element P68 does so the same operation as the vibration-deadening element P45 in above-mentioned micro dot driving pulse DP6. For this reason, vibration deadening of the meniscus after expulsion of an ink droplet can be efficiently performed by changing generating time amount  $P_{wdmu2}$  of the vibration-deadening element P68 according to  $T_c$  rank.

[0161] Above-mentioned middle dot driving pulse DP10 is equivalent to the 4th driving pulse and the 5th driving pulse of this invention. The preliminary expansion element P69 which raises potential with the fixed inclination of extent which this middle dot driving pulse DP10 does not make breathe out an ink droplet from the minimum potential  $V_G$  to the middle potential  $V_M$ , The reserve hold element P70 which carries out predetermined time maintenance of the middle potential  $V_M$ , and the expansion element P71

which raises potential with the fixed inclination of extent which does not make an ink droplet breathe out from the middle potential VM to the maximum potential VPH, The expansion hold element P72 which carries out predetermined time maintenance of the maximum potential VPH, and the regurgitation element P73 to which potential is rapidly dropped from the maximum potential VPH to the minimum potential VG, The 1st vibration-deadening hold element P74 which carries out predetermined time maintenance of the minimum potential VG, and the vibration-deadening element P75 which raises potential from the minimum potential VG to the middle potential VM, It consists of a 2nd vibration-deadening hold element P76 which carries out predetermined time maintenance of the middle potential VM, and a return element P77 to which potential is dropped from the middle potential VM to the minimum potential VG.

[0162] In this middle dot driving pulse DP10, each element from the preliminary expansion element P69 to the return element P77 is equivalent to the wave element of this invention. And the expansion element P71 is equivalent to the 1st expansion element of this invention, the expansion hold element P72 is equivalent to the 1st hold element of this invention, and the regurgitation element P73 is equivalent to the 1st regurgitation element of this invention. That is, these expansion elements P71, the expansion hold element P72, and the regurgitation element P73 are also wave elements which participate in the pressure fluctuation in the pressure room 17 the making an ink droplet breathe out purpose, and are a kind of the property fluctuation element of this invention.

[0163] If this middle dot driving pulse DP10 is supplied to a piezoelectric transducer 2, a piezoelectric transducer 2 and the pressure room 17 will operate as follows. That is, a piezoelectric transducer 2 contracts for a while with supply of the preliminary expansion element P69, and it expands to the floor area standard as which the pressure room 17 is specified with the middle potential VM from the minimum volume. And predetermined time maintenance of the floor area standard is carried out by supply of the reserve hold element P70. Then, a piezoelectric transducer 2 contracts greatly with supply of the expansion element P71, and the pressure room 17 expands from a floor area standard to the maximum volume. The inside of the pressure room 17 is decompressed with this expansion. The expansion condition of this pressure room 17 continues, and is maintained at the days of supply of the expansion hold element P72. Then, the regurgitation element P73 is supplied, and a piezoelectric transducer 2 develops greatly and contracts the pressure room 17 rapidly to the minimum volume. With this contraction, the ink in the pressure room 17 is pressurized and an ink droplet is breathed out from a nozzle orifice 16. And since the vibration-deadening hold element P74 is supplied, the contraction condition of the pressure room 17 is maintained, the vibration-deadening element P75 is supplied to the timing which can negate vibration of a meniscus, and the pressure room 17 carries out an expansion return to a floor area standard. Thereby, vibration of a meniscus can be controlled in a short time, and the regurgitation of the following ink droplet can be stabilized. Furthermore, the return element P77 is supplied to the timing defined with the 2nd vibration-deadening hold element P76.

[0164] And a control section 46 (wave control means) controls the drive signal generating circuit 48 (drive signal generation means) according to Tc rank, and changes the generating time amount and the potential difference of the expansion element P71 and the regurgitation element P73. That is, according to Tc rank, the expansion rate of the pressure room 17 by the expansion element P71, the expansion degree, and the contraction rate and contraction degree of the pressure room 17 by the regurgitation element P73 are changed.

[0165] For example, about the expansion element P71, about the recording head 1 of Tcmax, the generating time amount Pwcm1 is set up for a long time than the generating time amount Pwcm1 in a standard rank, and the potential difference Vcm1 is set up more greatly than the potential difference Vcm1 in a standard rank. On the other hand, about the recording head 1 of Tcmin, the generating time amount Pwcm1 is set up shorter than the generating time amount Pwcm1 in a standard rank, and the potential difference Vcm1 is set up smaller than the potential difference Vcm1 in a standard rank.

[0166] Moreover, also about the regurgitation element P73, about the recording head 1 of Tcmax, the

generating time amount Pwdm1 is set up for a long time than the generating time amount Pwdm1 in a standard rank, and the potential difference Vdm1 is set up more greatly than the potential difference Vdm1 in a standard rank. On the other hand, about the recording head 1 of Tcmin, the generating time amount Pwdm1 is set up shorter than the generating time amount Pwdm1 in a standard rank, and the potential difference Vdm1 is set up smaller than the potential difference Vdm1 in a standard rank.

[0167] Thereby, even if the proper oscillation period Tc varies, the regurgitation rate of an ink droplet can be arranged. In addition, the generating time amount Pwcm1, Pwdm1 and the potential difference Vcm1, and Vdm1 can attain rationalization of the regurgitation property of an ink droplet by changing at least one side also in this case. Of course, both may be changed.

[0168] Moreover, you may make it change the generating time amount of the expansion hold element P72 by the control section 46 (wave control means) according to Tc rank. That is, this expansion hold element P72 specifies the supply initiation timing of the regurgitation element P73 by holding the expansion condition of the pressure room 17 according the same operation as the above-mentioned expansion hold element P65 to nothing and the expansion element P71. For this reason, the timing which shrinks the pressure room 17 can be rationalized by changing the generating time amount of the expansion hold element P72. Consequently, the pressure fluctuation in the pressure room 17 can be used efficiently, and the regurgitation of an ink droplet can be made to perform efficiently.

[0169] In addition, in this middle dot driving pulse DP10, the 1st vibration-deadening hold element P74 specifies the supply initiation timing of the vibration-deadening element P75. That is, the same operation as the 1st pulse connection element P49 in above-mentioned middle dot driving pulse DP7 is done so. For this reason, according to Tc rank, vibration deadening of the meniscus after expulsion of an ink droplet can be efficiently performed by changing the generating time amount Pwhm2 of the 1st vibration-deadening hold element P74.

[0170] Next, other examples which defined the controlling factor of a property fluctuation element are explained.

[0171] It is generated after the fine oscillating pulse DP 11 which fine-vibrates a meniscus, and this fine oscillating pulse DP 11, and including Normal dot driving pulse DP12 which makes the ink droplet of the Normal dot breathe out from a nozzle orifice 16, the driving signal COM 5 illustrated to drawing 22 repeats these fine oscillating pulses DP 11 and Normal dot driving pulse DP12 to every printing period T, and is generated. And in this driving signal COM 5, the fine oscillating pulse DP 11 or Normal dot driving pulse DP12 is supplied to a piezoelectric transducer 2. That is, in making an ink droplet breathe out, only Normal dot driving pulse DP12 is chosen, and it supplies a piezoelectric transducer 2, and in not making an ink droplet breathe out, the fine oscillating pulse DP 11 is chosen and it supplies a piezoelectric transducer 2.

[0172] The fine oscillating pulse DP 11 is a driving pulse for making the fine vibration in printing perform. From the middle potential VM to the 2nd middle potential VMH somewhat higher than this middle potential The fine oscillating expansion element P81 which raises potential by the comparatively loose electric potential gradient of extent which does not make an ink droplet breathe out, The fine oscillating hold element P82 which is generated following the fine oscillating expansion element P81, and carries out predetermined time maintenance of the 2nd middle potential VMH, It consists of fine oscillating contractile elements P83 to which it is generated following the fine oscillating hold element P82, and potential is dropped by the comparatively loose electric potential gradient from the 2nd middle potential VMH to the middle potential VM.

[0173] And if this fine oscillating pulse DP 11 is supplied to a piezoelectric transducer 2, a piezoelectric transducer 2 and the pressure room 17 will operate like the case where the fine oscillating pulse DP 1 and DP8 grade are supplied, and ink thickening of the nozzle orifice 16 neighborhood will be prevented.

[0174] The expansion element P84 which raises potential with the fixed inclination of extent which Normal dot driving pulse DP12 is [ extent ] equivalent to the 4th driving pulse and the 5th driving pulse of this invention, and does not make an ink droplet breathe out from the middle potential VM to the

maximum potential VP, The expansion hold element P85 which is generated following the expansion element P84 and carries out predetermined time maintenance of the maximum potential VP, The regurgitation element P86 to which it is generated following the expansion hold element P85, and potential is rapidly dropped from the maximum potential VP to the minimum potential VG, It consists of a vibration-deadening hold element P87 which is generated following the regurgitation element P86 and carries out predetermined time maintenance of the minimum potential VG, and a vibration-deadening element P88 which it is generated [ element ] following the vibration-deadening hold element P87, and raises potential from the minimum potential VG to the middle potential VM.

[0175] In this Normal dot driving pulse DP12, from the expansion element P84 to the vibration-deadening element P88 is equivalent to the wave element of this invention. And the expansion element P84 is equivalent to the 1st expansion element of this invention, the expansion hold element P85 is equivalent to the 1st hold element of this invention, and the regurgitation element P86 is equivalent to the 1st regurgitation element of this invention. That is, these expansion elements P84, the expansion hold element P85, and the regurgitation element P86 are also wave elements which participate in the pressure fluctuation in the pressure room 17 the making an ink droplet breathe out purpose, and are a kind of the property fluctuation element of this invention.

[0176] If this Normal dot driving pulse DP12 is supplied to a piezoelectric transducer 2, a piezoelectric transducer 2 and the pressure room 17 will operate like the time of above-mentioned Normal dot driving pulse DP2 being supplied.

[0177] That is, a piezoelectric transducer 2 contracts greatly with supply of the expansion element P84, and the pressure room 17 expands from a floor area standard to the maximum volume. The inside of the pressure room 17 is decompressed with this expansion. Then, the regurgitation element P86 is supplied, and a piezoelectric transducer 2 develops greatly and contracts the pressure room 17 rapidly to the minimum volume. With this contraction, the ink in the pressure room 17 is pressurized and an ink droplet is breathed out from a nozzle orifice 16. Since the vibration-deadening hold element P87 is supplied following the regurgitation element P86, the contraction condition of the pressure room 17 is maintained. Then, the vibration-deadening element P88 is supplied to the timing which can negate vibration of a meniscus, and the pressure room 17 carries out an expansion return to a floor area standard. That is, that the ink pressure in the pressure room 17 should be offset, the pressure room 17 is expanded and an ink pressure is decompressed.

[0178] and -- a control section -- 46 (wave control means) -- Tc -- a rank -- responding -- a drive -- a signal generating circuit -- 48 (drive signal generation means) -- controlling -- expansion -- an element -- P -- 84 -- and -- the regurgitation -- an element -- P -- 86 -- generating -- time amount -- generating -- time amount -- Pwcm -- one -- ' -- Pwdm -- one -- ' -- the potential difference -- Vcm -- one -- ' -- Vdm -- one -- ' -- changing . That is, according to Tc rank, the expansion rate of the pressure room 17 by the expansion element P84, the expansion degree, and the contraction rate and contraction degree of the pressure room 17 by the regurgitation element P86 are changed.

[0179] for example, -- expansion -- an element -- P -- 84 -- being related -- Tcmax -- a recording head -- one -- \*\*\*\*\* -- generating -- time amount -- Pwcm -- one -- ' -- a criterion -- a rank -- it can set -- generating -- time amount -- Pwcm -- one -- ' -- long -- setting up -- the potential difference -- Vcm -- one -- ' -- a criterion -- a rank -- it can set -- the potential difference -- Vcm -- one -- ' -- large -- setting up . on the other hand -- Tcmin -- a recording head -- one -- \*\*\*\*\* -- generating -- time amount -- Pwcm -- one -- ' -- a criterion -- a rank -- it can set -- generating -- time amount -- Pwcm -- one -- ' -- short -- setting up -- the potential difference -- Vcm -- one -- ' -- a criterion -- a rank -- it can set -- the potential difference -- Vcm -- one -- ' -- small -- setting up .

[0180] moreover -- the regurgitation -- an element -- P -- 86 -- also being related -- Tcmax -- a recording head -- one -- \*\*\*\*\* -- generating -- time amount -- Pwdm -- one -- ' -- a criterion -- a rank -- it can set -- generating -- time amount -- Pwdm -- one -- ' -- long -- setting up -- the

potential difference --  $V_{dm}$  -- one -- ' -- a criterion -- a rank -- it can set -- the potential difference --  $V_{dm}$  -- one -- ' -- large -- setting up . on the other hand --  $T_{cmin}$  -- a recording head -- one -- \*\*\*\*\* -- generating -- time amount --  $P_{wdm}$  -- one -- ' -- a criterion -- a rank -- it can set -- generating -- time amount --  $P_{wdm}$  -- one -- ' -- short -- setting up -- the potential difference --  $V_{dm}$  -- one -- ' -- a criterion -- a rank -- it can set -- the potential difference --  $V_{dm}$  -- one -- ' -- small -- setting up .

[0181] Thereby, even if the proper oscillation period  $T_c$  varies, the regurgitation rate of an ink droplet can be arranged. In addition, generating time amount  $P_{wcm1'}$ ,  $P_{wdm1'}$ , potential difference  $V_{cm1'}$ , and  $V_{dm1'}$  can attain rationalization of an ink rate by changing at least one side also in this case.

[0182] Moreover, you may make it change the generating time amount of the expansion hold element P85 by the control section 46 (wave control means) like above-mentioned middle dot driving pulse DP10 according to  $T_c$  rank. The timing which shrinks the pressure room 17 can be rationalized by this, and the regurgitation of an ink droplet can be made to perform efficiently.

[0183] Next, the case where this invention is applied to the recording device which has the recording head 70 using the heater element 79 as a pressure generating component is explained.

[0184] First, the example at the time of defining the controlling factor of an oscillating control element according to  $T_c$  rank is explained. The driving signal COM 6 shown in drawing 23 has driving pulse DP13 which consists of a regurgitation pulse PS 3 which has the regurgitation element P91, and a vibration-deadening pulse PS 4 which has the vibration-deadening element P92. These regurgitation pulses PS 3 and vibration-deadening pulses PS 4 are all rectangle-like pulses, and the direction of the driver voltage (potential difference from the minimum potential to the maximum potential) of the regurgitation pulse PS 3 is set up more highly than the driver voltage of the vibration-deadening pulse PS 4. And in this driving pulse DP13, the time interval of that generating time amount  $P_{whm0}$  is changed according to  $T_c$  rank about the pulse connection element P53 (equivalent to the 1st pulse connection element of this invention) generated between the regurgitation pulse PS 3 and the vibration-deadening pulse PS 4. Thereby, vibration of nothing and a meniscus can be efficiently suppressed for the same operation as the above-mentioned example.

[0185] Next, the example at the time of defining the controlling factor of a property fluctuation element according to  $T_c$  rank is explained. The driving signal COM 7 shown in drawing 24 has rectangle-like driving pulse DP14 which has the regurgitation element P101. And in this driving pulse DP14, the rate of an ink droplet can be rationalized according to  $T_c$  rank by changing at least one side of the generating time amount  $P_{wh1}$  of the regurgitation element P101, or driver voltage.

[0186] As explained above, with each above-mentioned operation gestalt While giving  $T_c$  rank defined based on the proper oscillation period of the ink of the pressure interior of a room to recording heads 1 and 70 Define the controlling factor of the wave element which constitutes a driving signal COM according to given  $T_c$  rank for every recording head, and since the driving signal by the set-up controlling factor is supplied to a pressure generating component The wave configuration of a driving signal etc. can be set up according to  $T_c$  rank, rationalization can be attained, and image quality dispersion for every recording head can be amended easily. Furthermore, in this case, since the exclusive wave for every recording head is not used, effectiveness is good, and since the individual difference in a manufacture process can be amended, improvement in the yield can be aimed at. For this reason, it is suitable for mass production.

[0187] Moreover, the standard rank whose proper oscillation period  $T_c$  is as a design value, the  $T_{cmin}$  rank with the proper oscillation period  $T_c$  shorter than a design value, and the  $T_{cmax}$  rank with the proper oscillation period  $T_c$  longer than a design value were set up as a  $T_c$  rank, the recording head 1 after assembly was classified into these three  $T_c$  ranks, the same amendment was performed for every  $T_c$  rank, and the driving signal is set up. Thus, since the wave set up for every  $T_c$  rank is used, when mass-producing, it is efficient and rationalization of image quality can also be realized easily.

[0188] By the way, this invention is not limited to the above-mentioned operation gestalt, and various

deformation is possible for it based on the publication of a claim.

[0189] For example, although the above-mentioned operation gestalt explained the example which memorized given Tc rank to the rank ID storage element 33, this invention is not limited to this configuration.

[0190] That is, when given Tc rank is written by the rank notation member 32, a control section 46 can be made to recognize Tc rank by using the rank information input units 60, such as a keyboard and a touch panel, as shown in drawing 16 . Moreover, Tc rank written by the rank notation member 32 may be made to read with the rank ID readers 61 (equivalent to the optical reading means of this invention), such as a scanner and a line sensor. In this case, in case the drive wave suitable for a recording head 1 is set up, the reading activity of Tc rank can be automated, and it contributes to the increase in efficiency of an activity.

[0191]

[Effect of the Invention] According to this invention, the following effectiveness is done so as explained above. That is, by the manufacture approach of this invention, since it passes through the measurement process which measures the proper oscillation period of the ink pressure of the pressure interior of a room in the recording head after assembly, and the rank division process of classifying the recording head after measurement into two or more Tc ranks based on the proper oscillation period measured at the measurement process, according to the die length of a proper oscillation period, the rank division of the recording head after assembly is carried out. And since the wave configuration of a driving signal etc. can be set up based on Tc rank attached for every recording head at the time of use of a recording head, easy-ization of a setup can be attained and it is suitable for mass production. In this case, since the exclusive wave for every recording head is not used, it is efficient. Furthermore, since the individual difference in a manufacture process can be amended, improvement in the yield can be aimed at.

[0192] Moreover, a measurement process is constituted from an amount measurement phase of ink, and a 1st period judging phase. In the amount measurement phase of ink, the time interval from the excitation element in an evaluation signal to a regurgitation element is changed. Measurement of the amount of ink A multiple-times deed, When a proper oscillation period is judged in the 1st period judging phase from the correlation of the time interval from an excitation element to a regurgitation element, and the amount of ink Since a proper oscillation period can be measured based on the ink discharge quantity which changes from an excitation element according to the time interval to a regurgitation element, a judgment is simple and the correspondence to automation of measurement is also easy a judgment. For this reason, a recording head can be classified without dropping manufacture effectiveness, and it is suitable for mass production.

[0193] In the amount measurement phase of ink moreover, the time interval from the termination of an excitation element to a regurgitation element The 1st allowed time from which the amount of the minimum ink is obtained when a proper oscillation period is as a design value, Two or more class setup of the time interval is carried out including the 2nd allowed time set up short and the 3rd allowed time set up for a long time [ time interval ] rather than the 1st allowed time at least than the 1st allowed time. When the amount of ink is made to be measured 3 times or more the recording head of the measuring object having a proper oscillation period as a design value, and having a proper oscillation period shorter than a design value based on the correlation of each measurement result and the amount of ink, -- or it can grasp more clearly whether it has a proper oscillation period longer than a design value.

[0194] Moreover, a measurement process is constituted from an ink rate measurement phase and a 2nd period judging phase. In an ink rate measurement phase, the time interval from the excitation element in an evaluation signal to a regurgitation element is changed. Measurement of an ink droplet rate A multiple-times deed, When a proper oscillation period is judged in the 2nd period judging phase from the correlation of the time interval from an excitation element to a regurgitation element, and an ink droplet rate Since a proper oscillation period can be measured based on the ink droplet rate which changes from an excitation element according to the time interval to a regurgitation element, a judgment is



simple and the correspondence to automation of measurement is also easy a judgment. For this reason, a recording head can be classified without dropping manufacture effectiveness, and it is suitable for mass production.

[0195] In an ink rate measurement phase moreover, the time interval from the termination of an excitation element to a regurgitation element The 1st allowed time from which the minimum ink rate is obtained when a proper oscillation period is as a design value, Two or more class setup of the time interval is carried out including the 2nd allowed time set up short and the 3rd allowed time set up for a long time [ time interval ] rather than the 1st allowed time at least than the 1st allowed time. When an ink droplet rate is made to be measured 3 times or more the recording head of the measuring object having a proper oscillation period as a design value, and having a proper oscillation period shorter than a design value based on the correlation of each measurement result and the amount of ink, — or it can grasp more clearly whether it has a proper oscillation period longer than a design value.

[0196] Moreover, when the supply time amount of an excitation element is set below to the design value of the proper oscillation period of pressure indoor ink, in a measurement process, pressure vibration can be excited efficiently, and the certainty of measurement can be raised.

[0197] Moreover, when the rank given at the rank division process is written to a recording head, rationalization of a driving signal can be attained based on the written rank, and image quality dispersion for every recording head can be amended easily.

[0198] Moreover, when the rank identification information which shows the rank given at the rank division process is equipped with the rank identification information storage element memorized electrically and constitutes a recording head, rationalization of a driving signal can be attained based on the memorized rank notation information, and image quality dispersion for every recording head can be amended easily. Furthermore, reading of rank identification information is also automatable by connecting an identification information storage element to a recording device electrically.

[0199] Moreover, since the controlling factor of the wave element which gives Tc rank defined based on the proper oscillation period of the ink of the pressure interior of a room to a recording head, and constitutes a driving signal according to this Tc rank was defined, the wave configuration of a driving signal etc. can be set up according to Tc rank, rationalization can be attained, and image quality dispersion for every recording head can be amended easily. Furthermore, in this case, since the exclusive wave for every recording head is not used, effectiveness is good, and since the individual difference in a manufacture process can be amended, improvement in the yield can be aimed at. For this reason, it is suitable for mass production.

[0200] Moreover, since the controlling factor of the oscillating control element which does effect was set to oscillating control of the meniscus after expulsion of an ink droplet according to Tc rank, oscillating control of a meniscus can be controlled according to Tc rank, and vibration can be made to control efficiently.

[0201] Moreover, since the controlling factor of the property fluctuation element which does effect was set to the regurgitation property of an ink droplet according to Tc rank, the regurgitation property of an ink droplet can be controlled according to Tc rank, and rationalization of a regurgitation property can be attained.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view of the recording head equipped with the piezoelectric transducer.

[Drawing 2] It is drawing having expanded and shown the part of the passage unit in the recording head of drawing 1 .

[Drawing 3] It is drawing explaining the equipment used at a measurement process.

[Drawing 4] It is drawing explaining the evaluation pulse generated from an evaluation pulse generating circuit.

[Drawing 5] It is drawing explaining the pressure fluctuation of the ink of the pressure interior of a room at the time of supplying an excitation element.

[Drawing 6] It is drawing explaining the correlation of the generating time amount Pwh1 of the 1st hold element, and the amount of ink.

[Drawing 7] It is drawing explaining the amount of ink for Pwhevery generating time amount, and relation with the Tc rank ID.

[Drawing 8] It is a mimetic diagram explaining the relation between the Tc rank ID and the proper oscillation period Tc.

[Drawing 9] It is drawing explaining the configuration of the recording head equipped with the heater element.

[Drawing 10] It is drawing explaining the configuration of the recording head equipped with the heater element.

[Drawing 11] It is drawing explaining the configuration of the recording head equipped with the heater element.

[Drawing 12] It is drawing explaining actuation of the recording head equipped with the heater element, and (a) shows a steady state and (b) shows the febrile state, respectively.

[Drawing 13] It is drawing explaining the evaluation driving signal equipped with the heater element for recording heads.

[Drawing 14] It is drawing explaining the recording head which prepared the rank notation member.

[Drawing 15] It is drawing explaining the recording head which prepared rank identification information  
\*\*\*\*\*.

[Drawing 16] It is a block diagram explaining the configuration of a recording apparatus.

[Drawing 17] It is drawing explaining a driving signal COM 1.

[Drawing 18] It is drawing explaining a driving signal COM 2.

[Drawing 19] It is drawing explaining a driving signal COM 3.

[Drawing 20] It is drawing explaining a driving signal COM 4.

[Drawing 21] It is drawing explaining the rate property of the ink droplet in a micro dot driving pulse.

[Drawing 22] It is drawing explaining a driving signal COM 5.

[Drawing 23] It is drawing explaining a driving signal COM 6.

[Drawing 24] It is drawing explaining a driving signal COM 7.

[Description of Notations]

1 Ink Jet Type Recording Head



2 Piezoelectric Transducer  
3 Stationary Plate  
4 Flexible Cable  
5 Vibrator Unit  
6 Case  
7 Passage Unit  
8 Receipt Hollow Part  
10 Piezo Electric Crystal  
11 Internal Electrode  
12 Pars Insularis  
13 Passage Formation Substrate  
14 Nozzle Plate  
15 Elastic Plate  
16 Nozzle Orifice  
17 Pressure Room  
18 Ink Feed Hopper  
19 Common Ink Room  
20 Weir Section  
21 Nozzle Free Passage Opening  
22 Stainless Steel Plate  
23 Resin Film  
30 Evaluation Pulse Generating Circuit  
31 Electronic Balance  
32 Rank Notation Member  
33 Rank ID Storage Element  
41 Printer Controller  
42 Print Engine  
43 Interface  
44 RAM  
45 ROM  
46 Control Section  
47 Oscillator Circuit  
48 Drive Signal Generating Circuit  
49 Interface  
51 Carriage Device  
52 Carriage  
53 Shift Register  
54 Latch Circuit  
55 Level Shifter  
56 Switching Circuit  
60 Rank Information Input Unit  
61 Rank Information Reader  
70 Recording Head  
71 Common Ink Room  
72 Base Itabe  
73 \*\*\*\* Formation Member  
74 Pressure Room  
75 Ink Feed Hopper  
76 Passage Formation Substrate

77 Nozzle Orifice  
78 Nozzle Plate  
79 Heater Element  
80 Air Bubbles

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-154212

(P2002-154212A)

(43) 公開日 平成14年 5 月28日 (2002. 5. 28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード<sup>\*</sup>(参考)

B 4 1 J 2/16  
2/045  
2/055

B 4 1 J 3/04

1 0 3 H 2 C 0 5 7  
1 0 3 A

審査請求 有 請求項の数34 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2001-260704(P2001-260704)

(22) 出願日 平成13年 8 月30日 (2001. 8. 30)

(31) 優先権主張番号 特願2000-264791(P2000-264791)

(32) 優先日 平成12年 9 月 1 日 (2000. 9. 1)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2000-264792(P2000-264792)

(32) 優先日 平成12年 9 月 1 日 (2000. 9. 1)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2000-271771(P2000-271771)

(32) 優先日 平成12年 9 月 7 日 (2000. 9. 7)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

(72) 発明者 細野 聡

長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 高橋 智明

長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100098073

弁理士 津久井 照保

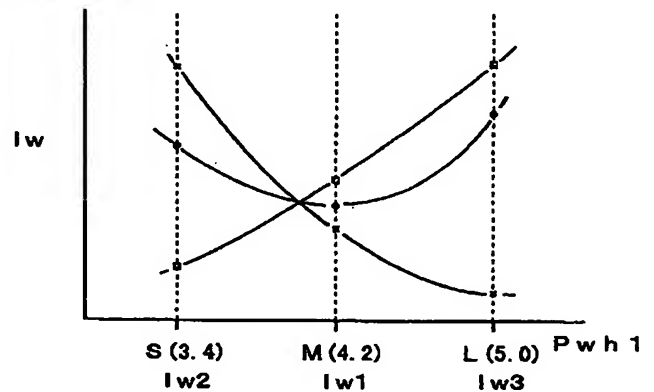
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッドの製造方法、インクジェット式記録ヘッド、インクジェット式記録ヘッドの駆動方法、及び、インクジェット式記録装置

(57) 【要約】

【課題】 量産に適したインクジェット式記録ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】 組立後の記録ヘッドにおける圧力室内のインク圧力の固有振動周期を測定する測定工程と、測定工程で得られた固有振動周期に基づき、組立後の記録ヘッドを複数の T c ランクに分類するランク分け工程を経る。測定工程では、評価信号における励振要素から吐出要素までの時間間隔を変えてインク量の測定を複数回行い、励振要素から吐出要素までの時間間隔とインク量との相関関係から固有振動周期を判定する。ランク分け工程では、設計値通りの固有振動周期に対応する標準ランクと、設計値より短い固有振動周期に対応する T c m i n ランクと、設計値より長い固有振動周期に対応する T c m a x ランクとに分類する。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のノズル開口を列設してなるノズル列と、ノズル開口に連通された圧力室と、圧力室に対応して設けられた圧力発生素子を有し、圧力発生素子の作動によって圧力室内のインクに圧力変動を生じさせ、ノズル開口からインク滴を吐出させるように構成したインクジェット式記録ヘッドの製造方法において、組立後の記録ヘッドにおける圧力室内のインク圧力の固有振動周期を測定する測定工程と、測定工程で測定された固有振動周期に基づき、測定後の記録ヘッドを複数のTcランクに分類するランク分け工程を経ることを特徴とする製造方法。

【請求項2】 前記測定工程は、圧力室内のインクに固有振動周期の圧力振動を励起させる励振要素、及び、励振要素よりも後に発生されてノズル開口からインク滴を吐出させる吐出要素とを少なくとも含む評価信号を圧力発生素子に供給し、吐出されたインク量を測定するインク量測定段階と、インク量測定段階で測定されたインク量に基づいて圧力室内のインクの固有振動周期を判定する第1周期判定段階とからなり、

インク量測定段階では、評価信号における励振要素から吐出要素までの時間間隔を変えてインク量の測定を複数回行い、

第1周期判定段階では、励振要素から吐出要素までの時間間隔とインク量との相関関係から固有振動周期を判定することを特徴とする請求項1に記載の製造方法。

【請求項3】 前記インク量測定段階では、励振要素の終端から吐出要素までの時間間隔を、固有振動周期が設計値通りの場合に最少インク量が得られる第1標準時間、第1標準時間よりも時間間隔を短く設定した第2標準時間、及び、第1標準時間よりも時間間隔を長く設定した第3標準時間を少なくとも含む複数種類設定することを特徴とする請求項2に記載の製造方法。

【請求項4】 前記測定工程は、圧力室内のインクに固有振動周期の圧力振動を励起させる励振要素、及び、この励振要素よりも後に発生されてノズル開口からインク滴を吐出させる吐出要素とを少なくとも含む評価信号を圧力発生素子に供給してインク滴を吐出させ、吐出されたインク滴の速度を測定するインク速度測定段階と、インク速度測定段階で測定されたインク速度に基づいて圧力室内のインクの固有振動周期を判定する第2周期判定段階とからなり、

インク速度測定段階では、評価信号における励振要素から吐出要素までの時間間隔を変えてインク滴速度の測定を複数回行い、

第2周期判定段階は、励振要素から吐出要素までの時間間隔とインク滴速度との相関関係から固有振動周期を判定することを特徴とする請求項1に記載の製造方法。

【請求項5】 前記インク速度測定段階では、励振要素の終端から吐出要素までの時間間隔を、固有振動周期が

設計値通りの場合に最低インク速度が得られる第1標準時間、第1標準時間よりも時間間隔を短く設定した第2標準時間、及び、第1標準時間よりも時間間隔を長く設定した第3標準時間を少なくとも含む複数種類設定することを特徴とする請求項4に記載の製造方法。

【請求項6】 前記励振要素の供給時間を、前記固有振動周期の設計値以下に設定したことを特徴とする請求項2から5の何れかに記載の製造方法。

【請求項7】 前記励振要素の供給時間を、前記固有振動周期の設計値の1/2以下に設定したことを特徴とする請求項6に記載の製造方法。

【請求項8】 前記Tcランクを、設計値通りの固有振動周期に対応する標準ランクと、設計値より短い固有振動周期に対応するTcminランクと、設計値より長い固有振動周期に対応するTcmaxランクとから構成したことを特徴とする請求項1から7の何れかに記載の製造方法。

【請求項9】 請求項1から8の何れかに記載された製造方法によって製造されたインクジェット式記録ヘッドであって、

前記ランク分け工程で分類されたTcランクを表記したことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項10】 前記Tcランクを、Tcランクを示す記号によって構成された第1マーク情報によって表記したことを特徴とする請求項9に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項11】 前記ノズル列を複数列設け、前記Tcランクを、ノズル列同士のTcランクの組み合わせを示す記号によって構成された第2マーク情報によって表記したことを特徴とする請求項9に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項12】 請求項1から8の何れかに記載された製造方法によって製造されたインクジェット式記録ヘッドであって、

前記ランク分け工程で分類されたTcランクを、光学的読取手段によって読み取り可能な符号化情報によって表記したことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項13】 請求項1から8の何れかに記載された製造方法によって製造されたインクジェット式記録ヘッドであって、

ランク識別情報記憶素子を備え、該ランク識別情報記憶素子に、ランク分け工程で分類されたTcランクを示すランク識別情報を電氣的に記憶させたことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項14】 ノズル開口に連通した圧力室及びこの圧力室内のインク圧力を変化させる圧力発生素子を有する記録ヘッドと、圧力発生素子に供給するための駆動信号を発生する駆動信号発生手段とを備え、駆動信号の供給によって圧力発生素子を作動させ、ノズル開口からインク滴を吐出させるようにしたインクジェット式記録装

(3)

3

置における記録ヘッドの駆動方法であって、  
前記記録ヘッドには、圧力室内のインクの固有振動周期に基づいて定めたTcランクを付与し、  
付与されたTcランクに応じて、駆動信号を構成する波形要素の制御因子を記録ヘッド毎に定め、  
設定した制御因子による駆動信号を圧力発生素子に供給することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項15】 前記波形要素は、インク滴を吐出させるための吐出要素、及び、該吐出要素よりも後に発生されてインク滴吐出後におけるメニスカスの振動抑制に影響を及ぼす振動抑制要素を含み、  
前記Tcランクに応じて振動抑制要素の制御因子を定めたことを特徴とする請求項14に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項16】 前記波形要素は、インク滴の吐出特性に影響を及ぼす特性変動要素を含み、  
前記Tcランクに応じて特性変動要素の制御因子を定めたことを特徴とする請求項14又は15に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項17】 ノズル開口に連通した圧力室及びこの圧力室内のインク圧力を変化させる圧力発生素子を有する記録ヘッドと、圧力発生素子に供給するための駆動信号を発生する駆動信号発生手段とを備え、駆動信号の供給によって圧力発生素子を作動させ、ノズル開口からインク滴を吐出させるようにしたインクジェット式記録装置において、

前記記録ヘッドには、圧力室内のインクの固有振動周期に基づいて定めたTcランクを付与し、  
該Tcランクに応じて駆動信号を構成する波形要素の制御因子を定める波形制御手段を設けたことを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項18】 前記駆動信号は、インク滴を吐出させるための吐出要素、及び、吐出要素よりも後に発生されてインク滴吐出後におけるメニスカスの振動抑制に影響を及ぼす振動抑制要素を含む駆動パルスとを有し、  
波形制御手段は、Tcランクに応じて振動抑制要素の制御因子を定めることを特徴とする請求項17に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項19】 前記駆動パルスが、インク滴を吐出させない程度の速度で圧力室を膨張させる第1膨張要素と、第1膨張要素により膨張された圧力室を急激に収縮させることでインク滴を吐出させる第1吐出要素と、収縮状態の圧力室を膨張させることでインク滴吐出後のメニスカスの振動を抑制する第1制振要素と、第1吐出要素と第1制振要素との間に発生されて圧力室の収縮状態を維持する制振ホールド要素とを含む第1駆動パルスによって構成され、

前記振動抑制要素を制振ホールド要素とし、  
波形制御手段は、Tcランクに応じて制振ホールド要素

4

の発生時間を定めることを特徴とする請求項18に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項20】 前記駆動パルスが、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むべく圧力室を急激に膨張させる第2膨張要素と、圧力室を収縮させることで第2膨張要素により引き込まれたメニスカスの中心部分をインク滴として吐出させる第2吐出要素と、第2吐出要素供給後の圧力室を緩やかに収縮させることでインク滴吐出後のメニスカスの振動を抑制する第2制振要素とを含む第2駆動パルスによって構成され、

前記振動抑制要素を第2制振要素とし、  
波形制御手段は、Tcランクに応じて第2制振要素の発生時間を定めることを特徴とする請求項18又は19に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項21】 前記駆動パルスが、インク滴を吐出する吐出パルスと、該吐出パルスよりも後に発生されてインク滴吐出後のメニスカスの振動を抑制する制振パルスと、これらの吐出パルスと制振パルスとの間を接続する第1パルス接続要素とからなる第3駆動パルスによって構成され、

前記振動抑制要素を第1パルス接続要素とし、  
波形制御手段は、Tcランクに応じて第1パルス接続要素の発生時間を定めることを特徴とする請求項18から20の何れかに記載のインクジェット式記録装置。

【請求項22】 前記駆動信号は、一印刷周期内に複数の駆動パルスを有すると共に、一印刷周期内における先の駆動パルスの終端と後の駆動パルスの始端との間を接続する第2パルス接続要素を有し、  
前記振動抑制要素を第2パルス接続要素とし、

波形制御手段は、Tcランクに応じて第2パルス接続要素の発生時間を定めることを特徴とする請求項18から21の何れかに記載のインクジェット式記録装置。

【請求項23】 前記駆動信号は、インク滴の吐出特性に影響を及ぼす特性変動要素を含む駆動パルスを有し、  
波形制御手段は、Tcランクに応じて特性変動要素の制御因子を定めることを特徴とする請求項17から22の何れかに記載のインクジェット式記録装置。

【請求項24】 前記駆動パルスが、インク滴を吐出させない程度の速度で圧力室を膨張させる第1膨張要素と、第1膨張要素により膨張された圧力室を急激に収縮させることでインク滴を吐出させる第1吐出要素とを含む第4駆動パルスによって構成され、  
前記特性変動要素を、第1膨張要素及び第1吐出要素の少なくとも一方の要素とし、

波形制御手段は、Tcランクに応じて第1膨張要素及び第1吐出要素の少なくとも一方の要素の発生時間を定めること特徴とする請求項23に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項25】 前記駆動パルスが、インク滴を吐出させない程度の速度で圧力室を膨張させる第1膨張要素

(4)

5

と、第1膨張要素により膨張された圧力室を急激に収縮させることでインク滴を吐出させる第1吐出要素とを含む第4駆動パルスによって構成され、

前記特性変動要素を、第1膨張要素及び第1吐出要素の少なくとも一方の要素とし、

波形制御手段は、Tcランクに応じて第1膨張要素及び第1吐出要素の少なくとも一方の要素の電位差を定めること特徴とする請求項23に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項26】 前記駆動パルスが、インク滴を吐出させない程度の速度で圧力室を膨張させる第1膨張要素と、第1膨張要素により膨張された圧力室の膨張状態を保持する第1ホールド要素と、膨張状態の圧力室を急激に収縮させることでインク滴を吐出させる第1吐出要素とを含む第5駆動パルスによって構成され、前記特性変動要素を第1ホールド要素とし、波形制御手段は、Tcランクに応じて第1ホールド要素の発生時間を定めること特徴とする請求項23に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項27】 前記駆動パルスが、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むべく圧力室を急激に膨張させる第2膨張要素と、圧力室を収縮させることで第2膨張要素により引き込まれたメニスカスの中心部分をインク滴として吐出させる第2吐出要素とを含む第6駆動パルスによって構成され、

前記特性変動要素を、第2膨張要素及び第2吐出要素の少なくとも一方の要素とし、

波形制御手段は、Tcランクに応じて第2膨張要素及び第2吐出要素の少なくとも一方の要素の発生時間を定めること特徴とする請求項23から26の何れかに記載のインクジェット式記録装置。

【請求項28】 前記駆動パルスが、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むべく圧力室を急激に膨張させる第2膨張要素と、圧力室を収縮させることで第2膨張要素により引き込まれたメニスカスの中心部分をインク滴として吐出させる第2吐出要素とを含む第6駆動パルスによって構成され、

前記特性変動要素を、第2膨張要素及び第2吐出要素の少なくとも一方の要素とし、

波形制御手段は、Tcランクに応じて第2膨張要素及び第2吐出要素の少なくとも一方の要素の電位差を定めること特徴とする請求項23から26の何れかに記載のインクジェット式記録装置。

【請求項29】 前記駆動パルスが、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むべく圧力室を急激に膨張させる第2膨張要素と、第2膨張要素により膨張された圧力室の膨張状態を保持する第2ホールド要素と、圧力室を収縮させることで第2膨張要素により引き込まれたメニスカスの中心部分をインク滴として吐出させる第2吐出要素とを含む第7駆動パルスを備え、

6

前記特性変動要素を第2ホールド要素とし、

波形制御手段は、Tcランクに応じて第2ホールド要素の発生時間を定めること特徴とする請求項23から26の何れかに記載のインクジェット式記録装置。

【請求項30】 前記Tcランクを、設計値通りの固有振動周期に対応する標準ランクと、設計値より短い固有振動周期に対応するTcminランクと、設計値より長い固有振動周期に対応するTcmaxランクとから構成したことを特徴とする請求項17から29の何れかに記載のインクジェット式記録装置。

【請求項31】 Tcランクを示すランク識別情報が電氣的に記憶されたランク識別情報記憶素子を前記記録ヘッドに設け、

ランク識別情報記憶素子と波形制御手段とを電氣的に接続することで、Tcランクを波形制御手段に認識させるように構成したことを特徴とする請求項17から30の何れかに記載のインクジェット式記録装置。

【請求項32】 光学的読取手段によって読み取り可能な符号化情報によってTcランクを表記したランク表記部材を前記記録ヘッドに設け、光学的読取手段によって読み取られた符号化情報に基づき、Tcランクを波形制御手段に認識させるように構成したことを特徴とする請求項17から30の何れかに記載のインクジェット式記録装置。

【請求項33】 前記圧力発生素子が圧電振動子であることを特徴とする請求項17から32の何れかに記載のインクジェット式記録装置。

【請求項34】 前記圧力発生素子が発熱素子であることを特徴とする請求項17、18、23、30から32の何れかに記載のインクジェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧力発生素子の作動によって圧力室内のインクに圧力変動を生じさせ、ノズル開口からインク滴を吐出させるように構成したインクジェット式記録ヘッド、この記録ヘッドの製造方法、この記録ヘッドの駆動方法、及び、この記録ヘッドを用いたインクジェット式記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】プリンタやプロッタ等のインクジェット式記録装置に用いられるインクジェット式記録ヘッドには、圧力発生素子として圧電振動子を用いたものや発熱素子を用いたものがある。

【0003】例えば、圧電振動子を用いた記録ヘッドでは、圧力室を部分的に区画する弾性板を圧電振動子で変形させることで圧力室内のインク圧力を変動させ、このインク圧力の変動によってノズル開口からインク滴を吐出させる。また、発熱素子を用いた記録ヘッドでは、発熱素子を圧力室に配設し、この発熱素子を急激に加熱することでインクを沸騰させ圧力室内に気泡を発生させ

50

(5)

7

る。そして、この気泡によって圧力室内のインクを加圧し、ノズル開口からインク滴を吐出させる。即ち、これらの記録ヘッドは、何れも圧力室内のインク圧力を変動させることによってインク滴を吐出させている。

【0004】この種の記録ヘッドでは、インク圧力の変動に伴って圧力室内のインクには圧力室内が恰も音響管であるかのように振る舞う圧力振動が励起される。例えば、圧電振動子を用いた記録ヘッドでは、主に弾性板の厚さや面積、圧力室の形状、インクの圧縮性によって定まる固有振動周期の圧力振動が励起される。また、発熱素子を用いた記録ヘッドでは、主に圧力室の形状やインクの圧縮性によって定まる固有振動周期の圧力振動が励起される。そして、この種の記録ヘッドにおいて、インク滴の吐出タイミングはインクの固有振動周期に基づいて設定され、インク滴の吐出を効率良く行えるように構成されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、この種の記録ヘッドは、 $\mu\text{m}$ （マイクロメートル）レベルの極めて微細な加工や組み立てを行っている。このため、弾性板の厚さや面積、圧力室の形状、ノズル開口の大きさ等が記録ヘッド毎にばらつき、圧力室内のインクの固有振動周期もばらついてしまう。従って、全ての記録ヘッドを同じ波形形状の駆動信号で駆動すると、固有振動周期のばらつきに応じてインク滴の吐出特性もばらついてしまう。

【0006】例えば、固有振動周期が設計値（公差）からずれると、インク滴吐出後におけるメニスカス、即ち、ノズル開口で露出しているインクの自由表面の振動の抑制が不十分になって安定しない。また、圧力発生素子の作動によってインクに加えられた外力がインク内の圧力振動によって打ち消されたりもする。このため、続いて吐出されるインク滴の量（つまり、インク量）やインク滴の飛行速度（つまり、インク速度）が記録ヘッド毎にばらついてしまう。その結果、記録ヘッド毎に記録画像の画質がばらついてしまうという問題が生じる。さらに、吐出特性が設計値から大きくずれた記録ヘッドについては廃棄しなければならず、歩留まりが低下してしまう。

【0007】また、組立後の記録ヘッドについて圧力室内のインクの固有振動周期を測定し、測定した固有振動周期に応じて駆動信号の波形形状を変更することで画質の均一化を図ることが考えられる。しかし、各記録ヘッド毎に専用波形を設定すると製造効率が悪くなり、時間やコスト等の面で量産が困難になってしまう。

【0008】本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、量産に適したインクジェット式記録ヘッドの製造方法、及び、インクジェット式記録ヘッドを提供することを目的とする。また、圧力室内のインクの固有振動周期がばらついていてもメニスカスの振動を効率良く

8

抑制でき、インク滴の吐出特性の適正化が図れ、且つ、量産にも適する記録ヘッドの駆動方法、及び、インクジェット式記録装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために提案されたものであり、請求項1に記載のものは、複数のノズル開口を列設してなるノズル列と、ノズル開口に連通された圧力室と、圧力室に対応して設けられた圧力発生素子とを有し、圧力発生素子の作動によって圧力室内のインクに圧力変動を生じさせ、ノズル開口からインク滴を吐出させるように構成したインクジェット式記録ヘッドの製造方法において、組立後の記録ヘッドにおける圧力室内のインク圧力の固有振動周期を測定する測定工程と、測定工程で測定された固有振動周期に基づき、測定後の記録ヘッドを複数のTcランクに分類するランク分け工程を経ることを特徴とする製造方法である。

【0010】請求項2に記載のものは、前記測定工程は、圧力室内のインクに固有振動周期の圧力振動を励起させる励振要素、及び、励振要素よりも後に発生されてノズル開口からインク滴を吐出させる吐出要素とを少なくとも含む評価信号を圧力発生素子に供給し、吐出されたインク量を測定するインク量測定段階と、インク量測定段階で測定されたインク量に基づいて圧力室内のインクの固有振動周期を判定する第1周期判定段階とからなり、インク量測定段階では、評価信号における励振要素から吐出要素までの時間間隔を変えてインク量の測定を複数回行い、第1周期判定段階では、励振要素から吐出要素までの時間間隔とインク量との相関関係から固有振動周期を判定することを特徴とする請求項1に記載の製造方法である。

【0011】請求項3に記載のものは、前記インク量測定段階では、励振要素の終端から吐出要素までの時間間隔を、固有振動周期が設計値通りの場合に最少インク量が得られる第1標準時間、第1標準時間よりも時間間隔を短く設定した第2標準時間、及び、第1標準時間よりも時間間隔を長く設定した第3標準時間を少なくとも含む複数種類設定することを特徴とする請求項2に記載の製造方法である。

【0012】請求項4に記載のものは、前記測定工程は、圧力室内のインクに固有振動周期の圧力振動を励起させる励振要素、及び、この励振要素よりも後に発生されてノズル開口からインク滴を吐出させる吐出要素とを少なくとも含む評価信号を圧力発生素子に供給してインク滴を吐出させ、吐出されたインク滴の速度を測定するインク速度測定段階と、インク速度測定段階で測定されたインク速度に基づいて圧力室内のインクの固有振動周期を判定する第2周期判定段階とからなり、インク速度測定段階では、評価信号における励振要素から吐出要素までの時間間隔を変えてインク滴速度の測定を複数回行



(6)

9

い、第2周期判定段階は、励振要素から吐出要素までの時間間隔とインク滴速度との相関関係から固有振動周期を判定することを特徴とする請求項1に記載の製造方法である。

【0013】請求項5に記載のものは、前記インク速度測定段階では、励振要素の終端から吐出要素までの時間間隔を、固有振動周期が設計値通りの場合に最低インク速度が得られる第1標準時間、第1標準時間よりも時間間隔を短く設定した第2標準時間、及び、第1標準時間よりも時間間隔を長く設定した第3標準時間を少なくとも含む複数種類設定することを特徴とする請求項4に記載の製造方法である。

【0014】請求項6に記載のものは、前記励振要素の供給時間を、前記固有振動周期の設計値以下に設定したことを特徴とする請求項2から5の何れかに記載の製造方法である。

【0015】請求項7に記載のものは、前記励振要素の供給時間を、前記固有振動周期の設計値の1/2以下に設定したことを特徴とする請求項6に記載の製造方法である。

【0016】請求項8に記載のものは、前記Tcランクを、設計値通りの固有振動周期に対応する標準ランクと、設計値より短い固有振動周期に対応するTcminランクと、設計値より長い固有振動周期に対応するTcmaxランクとから構成したことを特徴とする請求項1から7の何れかに記載の製造方法である。

【0017】請求項9に記載のものは、請求項1から8の何れかに記載された製造方法によって製造されたインクジェット式記録ヘッドであって、前記ランク分け工程で分類されたTcランクを表記したことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドである。

【0018】請求項10に記載のものは、前記Tcランクを、Tcランクを示す記号によって構成された第1マーク情報によって表記したことを特徴とする請求項9に記載のインクジェット式記録ヘッドである。

【0019】請求項11に記載のものは、前記ノズル列を複数列設け、前記Tcランクを、ノズル列同士のTcランクの組み合わせを示す記号によって構成された第2マーク情報によって表記したことを特徴とする請求項9に記載のインクジェット式記録ヘッドである。

【0020】請求項12に記載のものは、請求項1から8の何れかに記載された製造方法によって製造されたインクジェット式記録ヘッドであって、前記ランク分け工程で分類されたTcランクを、光学的読取手段によって読み取り可能な符号化情報によって表記したことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドである。

【0021】請求項13に記載のものは、請求項1から8の何れかに記載された製造方法によって製造されたインクジェット式記録ヘッドであって、ランク識別情報記憶素子を備え、該ランク識別情報記憶素子に、ランク分

10

け工程で分類されたTcランクを示すランク識別情報を電氣的に記憶させたことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドである。

【0022】請求項14に記載のものは、ノズル開口に連通した圧力室及びこの圧力室内のインク圧力を変化させる圧力発生素子を有する記録ヘッドと、圧力発生素子に供給するための駆動信号を発生する駆動信号発生手段とを備え、駆動信号の供給によって圧力発生素子を作動させ、ノズル開口からインク滴を吐出させるようにしたインクジェット式記録装置における記録ヘッドの駆動方法であって、前記記録ヘッドには、圧力室内のインクの固有振動周期に基づいて定めたTcランクを付与し、付与されたTcランクに応じて、駆動信号を構成する波形要素の制御因子を記録ヘッド毎に定め、設定した制御因子による駆動信号を圧力発生素子に供給することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法である。なお、「制御因子」とは、波形要素を規定するための変数であり、波形要素の発生時間（つまり、圧力発生素子への供給時間）や電位差等が該当する。

【0023】請求項15に記載のものは、前記波形要素は、インク滴を吐出させるための吐出要素、及び、該吐出要素よりも後に発生されてインク滴吐出後におけるメニスカスの振動抑制に影響を及ぼす振動抑制要素を含み、前記Tcランクに応じて振動抑制要素の制御因子を定めたことを特徴とする請求項14に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動方法である。

【0024】請求項16に記載のものは、前記波形要素は、インク滴の吐出特性に影響を及ぼす特性変動要素を含み、前記Tcランクに応じて特性変動要素の制御因子を定めたことを特徴とする請求項14又は15に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動方法である。なお、「インク滴の吐出特性」とは、インク滴の飛行速度やインク滴を吐出させるための吐出力を意味する。従って、「特性変動要素」とは、駆動信号を構成する波形要素の内、インク滴の飛行速度等に影響を与え得る波形要素、言い換えれば、インク滴を吐出させる目的で圧力室内の圧力変動させる波形要素を意味する。

【0025】請求項17に記載のものは、ノズル開口に連通した圧力室及びこの圧力室内のインク圧力を変化させる圧力発生素子を有する記録ヘッドと、圧力発生素子に供給するための駆動信号を発生する駆動信号発生手段とを備え、駆動信号の供給によって圧力発生素子を作動させ、ノズル開口からインク滴を吐出させるようにしたインクジェット式記録装置において、前記記録ヘッドには、圧力室内のインクの固有振動周期に基づいて定めたTcランクを付与し、該Tcランクに応じて駆動信号を構成する波形要素の制御因子を定める波形制御手段を設けたことを特徴とするインクジェット式記録装置である。

【0026】請求項18に記載のものは、前記駆動信号

(7)

11

は、インク滴を吐出させるための吐出要素、及び、吐出要素よりも後に発生されてインク滴吐出後におけるメニスカスの振動抑制に影響を及ぼす振動抑制要素を含む駆動パルスを含し、波形制御手段は、Tcランクに応じて振動抑制要素の制御因子を定めることを特徴とする請求項17に記載のインクジェット式記録装置である。

【0027】請求項19に記載のものは、前記駆動パルスが、インク滴を吐出させない程度の速度で圧力室を膨張させる第1膨張要素と、第1膨張要素により膨張された圧力室を急激に収縮させることでインク滴を吐出させる第1吐出要素と、収縮状態の圧力室を膨張させることでインク滴吐出後のメニスカスの振動を抑制する第1制振要素と、第1吐出要素と第1制振要素との間に発生されて圧力室の収縮状態を維持する制振ホールド要素とを含む第1駆動パルスによって構成され、前記振動抑制要素を制振ホールド要素とし、波形制御手段は、Tcランクに応じて制振ホールド要素の発生時間を定めることを特徴とする請求項18に記載のインクジェット式記録装置である。

【0028】請求項20に記載のものは、前記駆動パルスが、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むべく圧力室を急激に膨張させる第2膨張要素と、圧力室を収縮させることで第2膨張要素により引き込まれたメニスカスの中心部分をインク滴として吐出させる第2吐出要素と、第2吐出要素供給後の圧力室を緩やかに収縮させることでインク滴吐出後のメニスカスの振動を抑制する第2制振要素とを含む第2駆動パルスによって構成され、前記振動抑制要素を第2制振要素とし、波形制御手段は、Tcランクに応じて第2制振要素の発生時間を定めることを特徴とする請求項18又は19に記載のインクジェット式記録装置である。

【0029】請求項21に記載のものは、前記駆動パルスが、インク滴を吐出する吐出パルスと、該吐出パルスよりも後に発生されてインク滴吐出後のメニスカスの振動を抑制する制振パルスと、これらの吐出パルスと制振パルスとの間を接続する第1パルス接続要素とからなる第3駆動パルスによって構成され、前記振動抑制要素を第1パルス接続要素とし、波形制御手段は、Tcランクに応じて第1パルス接続要素の発生時間を定めることを特徴とする請求項18から20の何れかに記載のインクジェット式記録装置である。

【0030】請求項22に記載のものは、前記駆動信号は、一印刷周期内に複数の駆動パルスを有すると共に、一印刷周期内における先の駆動パルスの終端と後の駆動パルスの始端との間を接続する第2パルス接続要素を有し、前記振動抑制要素を第2パルス接続要素とし、波形制御手段は、Tcランクに応じて第2パルス接続要素の発生時間を定めることを特徴とする請求項18から21の何れかに記載のインクジェット式記録装置である。

【0031】請求項23に記載のものは、前記駆動信号

12

は、インク滴の吐出特性に影響を及ぼす特性変動要素を含む駆動パルスを有し、波形制御手段は、Tcランクに応じて特性変動要素の制御因子を定めることを特徴とする請求項17から22の何れかに記載のインクジェット式記録装置である。

【0032】請求項24に記載のものは、前記駆動パルスが、インク滴を吐出させない程度の速度で圧力室を膨張させる第1膨張要素と、第1膨張要素により膨張された圧力室を急激に収縮させることでインク滴を吐出させる第1吐出要素とを含む第4駆動パルスによって構成され、前記特性変動要素を、第1膨張要素及び第1吐出要素の少なくとも一方の要素とし、波形制御手段は、Tcランクに応じて第1膨張要素及び第1吐出要素の少なくとも一方の要素の発生時間を定めることを特徴とする請求項23に記載のインクジェット式記録装置である。

【0033】請求項25に記載のものは、前記駆動パルスが、インク滴を吐出させない程度の速度で圧力室を膨張させる第1膨張要素と、第1膨張要素により膨張された圧力室を急激に収縮させることでインク滴を吐出させる第1吐出要素とを含む第4駆動パルスによって構成され、前記特性変動要素を、第1膨張要素及び第1吐出要素の少なくとも一方の要素とし、波形制御手段は、Tcランクに応じて第1膨張要素及び第1吐出要素の少なくとも一方の要素の電位差を定めることを特徴とする請求項23に記載のインクジェット式記録装置である。

【0034】請求項26に記載のものは、前記駆動パルスが、インク滴を吐出させない程度の速度で圧力室を膨張させる第1膨張要素と、第1膨張要素により膨張された圧力室の膨張状態を保持する第1ホールド要素と、膨張状態の圧力室を急激に収縮させることでインク滴を吐出させる第1吐出要素とを含む第5駆動パルスによって構成され、前記特性変動要素を第1ホールド要素とし、波形制御手段は、Tcランクに応じて第1ホールド要素の発生時間を定めることを特徴とする請求項23に記載のインクジェット式記録装置である。

【0035】請求項27に記載のものは、前記駆動パルスが、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むべく圧力室を急激に膨張させる第2膨張要素と、圧力室を収縮させることで第2膨張要素により引き込まれたメニスカスの中心部分をインク滴として吐出させる第2吐出要素とを含む第6駆動パルスによって構成され、前記特性変動要素を、第2膨張要素及び第2吐出要素の少なくとも一方の要素とし、波形制御手段は、Tcランクに応じて第2膨張要素及び第2吐出要素の少なくとも一方の要素の発生時間を定めることを特徴とする請求項23から26の何れかに記載のインクジェット式記録装置である。

【0036】請求項28に記載のものは、前記駆動パルスが、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むべく圧力室を急激に膨張させる第2膨張要素と、圧力室を収縮させることで第2膨張要素により引き込まれたメニスカス

(8)

13

の中心部分をインク滴として吐出させる第2吐出要素とを含む第6駆動パルスによって構成され、前記特性変動要素を、第2膨張要素及び第2吐出要素の少なくとも一方の要素とし、波形制御手段は、Tcランクに応じて第2膨張要素及び第2吐出要素の少なくとも一方の要素の電位差を定めること特徴とする請求項23から26の何れかに記載のインクジェット式記録装置である。

【0037】請求項29に記載のものは、前記駆動パルスが、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むべく圧力室を急激に膨張させる第2膨張要素と、第2膨張要素により膨張された圧力室の膨張状態を保持する第2ホールド要素と、圧力室を収縮させることで第2膨張要素により引き込まれたメニスカスの中心部分をインク滴として吐出させる第2吐出要素とを含む第7駆動パルスを備え、前記特性変動要素を第2ホールド要素とし、波形制御手段は、Tcランクに応じて第2ホールド要素の発生時間を定めること特徴とする請求項23から26の何れかに記載のインクジェット式記録装置である。

【0038】請求項30に記載のものは、前記Tcランクを、設計値通りの固有振動周期に対応する標準ランクと、設計値より短い固有振動周期に対応するTcminランクと、設計値より長い固有振動周期に対応するTcmaxランクとから構成したことを特徴とする請求項17から29の何れかに記載のインクジェット式記録装置である。

【0039】請求項31に記載のものは、Tcランクを示すランク識別情報が電氣的に記憶されたランク識別情報記憶素子を前記記録ヘッドに設け、ランク識別情報記憶素子と波形制御手段とを電氣的に接続することで、Tcランクを波形制御手段に認識させるように構成したことを特徴とする請求項17から30の何れかに記載のインクジェット式記録装置である。

【0040】請求項32に記載のものは、光学的読取手段によって読み取り可能な符号化情報によってTcランクを表記したランク表記部材を前記記録ヘッドに設け、光学的読取手段によって読み取られた符号化情報に基づき、Tcランクを波形制御手段に認識させるように構成したことを特徴とする請求項17から30の何れかに記載のインクジェット式記録装置である。

【0041】請求項33に記載のものは、前記圧力発生素子が圧電振動子であることを特徴とする請求項17から32の何れかに記載のインクジェット式記録装置である。

【0042】請求項34に記載のものは、前記圧力発生素子が発熱素子であることを特徴とする請求項17、18、23、30から32の何れかに記載のインクジェット式記録装置である。

【0043】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。まず、インクジェット式記録ヘッ

14

ド（以下、記録ヘッドという。）の構造について説明する。図1に示すように、例示した記録ヘッド1は、複数の圧電振動子2…、固定板3、及び、フレキシブルケーブル4等をユニット化した振動子ユニット5と、この振動子ユニット5を収納可能なケース6と、ケース6の先端面に接合される流路ユニット7とを備えている。

【0044】ケース6は、先端と後端が共に開放した収納空部8を形成した合成樹脂製のブロック状部材であり、収納空部8内には振動子ユニット5が収納固定されている。この振動子ユニット5は、圧電振動子2の先端面を収納空部8の先端側開口に臨ませた状態で収納され、固定板3が収納空部8を区画する内壁面に接着されている。

【0045】圧電振動子2は、電気機械変換素子の一種であり、縦方向に細長い櫛歯状をしている。本実施形態では、30μm～100μm程度の極めて細い幅に切り分けられている。そして、この圧電振動子2は、圧電体10と内部電極11とを交互に積層して構成された積層型の圧電振動子であって、電界方向に直交する縦方向に伸縮可能な、言い換えれば、素子の長手方向に振動可能な、横効果（d31効果）型の圧電振動子である。

【0046】各圧電振動子2…は、基端側部分が固定板3上に接合されており、圧電振動子2の自由端部を固定板3の縁よりも外側に突出させた片持ち梁の状態に取り付けられている。そして、各圧電振動子2…の先端面は、それぞれ流路ユニット7の島部12（アイランド部）に当接固定されている。また、フレキシブルケーブル4は、固定板3とは反対側となる振動子の基端部側面で、各圧電振動子2…と電氣的に接続されている。

【0047】流路ユニット7は、図2に示すように、流路形成基板13を間に挟んでノズルプレート14を流路形成基板13の一方の表面に配置し、弾性板15をノズルプレート14とは反対側となる他方の表面に配置して積層することで構成されている。

【0048】ノズルプレート14は、ドット形成密度に対応したピッチで複数のノズル開口16…を列状に開設したステンレス鋼製の薄いプレートである。本実施形態では、180dpiのピッチで96個のノズル開口16…を開設し、これらのノズル開口16…によってノズル列を構成する。そして、このノズル列を、吐出可能なインクの種類（例えば色）に対応させて複数列形成する。

【0049】流路形成基板13は、ノズルプレート14の各ノズル開口16…に対応させて圧力室17となる空部を隔壁で区画した状態で複数形成するとともに、インク供給口18および共通インク室19となる空部を形成した板状の部材である。この流路形成基板13は、例えばシリコンウエハーをエッチング加工することにより作製されている。圧力室17は、ノズル開口16の列設方向（ノズル列方向）に対して直交する方向に細長い室であり、堰部20で区画された偏平な凹室で構成されてい

(9)

15

る。そして、この堰部20により流路幅の狭い狭窄部の形で、インク供給口18が形成されている。また、圧力室17内における共通インク室19から最も離れた位置には、ノズル開口16と圧力室17とを連通するノズル連通口21を板厚方向に貫通させて設ける。

【0050】弾性板15は、ステンレス鋼板22上にPPS（ポリフェニレンサルファイド）等の樹脂フィルム23をラミネート加工した二重構造である。また、この弾性板15は、圧力室17の一方の開口面を封止するダイヤフラム部と、共通インク室19の一方の開口面を封止するコンプライアンス部とを兼ねている。そして、ダイヤフラム部として機能する部分、すなわち圧力室17に対応した部分のステンレス鋼板22を環状にエッチング加工して島部12を形成する。また、コンプライアンス部として機能する部分、即ち共通インク室19に対応する部分のステンレス鋼板22をエッチング加工で除去して樹脂フィルム23だけにしている。

【0051】上記の構成を有する記録ヘッド1では、圧電振動子2を放電して振動子長手方向に伸長させることにより、島部12がノズルプレート14側に押圧される。この押圧によって、ダイヤフラム部を構成する樹脂フィルム23が変形し、圧力室17が収縮する。また、圧電振動子2を充電して振動子長手方向に収縮させると、樹脂フィルム23の弾性により圧力室17が膨張する。そして、圧力室17の膨張や収縮によって内部のインク圧力が変動するので、この圧力室17の膨張や収縮を制御することにより、ノズル開口16からインク滴を吐出させることができる。

【0052】次に、この記録ヘッド1の製造方法について説明する。この記録ヘッド1は、各構成部品（例えば、振動子ユニット5、ケース6、流路ユニット7）を組み立てる組立工程と、組立後の記録ヘッド1について、組立精度や部品の寸法精度等に起因してばらつく圧力室17内のインク圧力の固有振動周期Tcを測定する測定工程と、測定工程で得られた固有振動周期Tcに基づき、測定後の記録ヘッド1をランク分けするランク分け工程とを順に経ることで製造される。

【0053】本実施形態では、測定工程にて、作製された記録ヘッド1が設計値（中央値）通りの固有振動周期Tcを有するのか、設計値よりも短い固有振動周期Tcを有するのか、設計値よりも長い固有振動周期Tcを有するのかを測定する。また、ランク分け工程では、固有振動周期Tcが設計値通りであるのか、設計値よりも短いのか、設計値よりも長いのかという観点に基づいて、記録ヘッド1を3段階のTcランクに分類する。

【0054】以下、各工程について説明する。

【0055】上記の組立工程では、まず、流路ユニット7を作製する。即ち、ノズルプレート14、流路形成基板13、及び弾性板15を積層して一体化する。その後、流路ユニット7の弾性板15側の表面にケース6を

16

接合する。この接合は、例えば、接着剤を用いて行う。流路ユニット7とケース6とを接合したならば、別途作製された振動子ユニット5を、ケース6の収納空部8内に収納して接着する。即ち、振動子ユニット5を治具で支持して移動させ、収納空部8内に挿入する。そして、圧電振動子2の先端面を弾性板15の島部12に当接させた状態で位置決めする。位置決めをしたならば、この位置決め状態で固定板3の背面とケース6の内壁との間に接着剤を注入して振動子ユニット5を接着する。

【0056】測定工程は、図3に示すように、評価信号発生手段の一種である評価パルス発生回路30と、インク量測定手段の一種である電子天秤31とを用いて行う。本実施形態では、評価パルス発生回路30と記録ヘッド1とを電気的に接続し、評価パルス発生回路30が発生した評価パルスTP1（評価信号の一種）を圧電振動子2に供給して記録ヘッド1からインク滴を吐出させる。そして、吐出されたインク滴の重量を電子天秤31によって測定し（インク量測定段階）、測定されたインク重量に基づいて圧力室17内のインクの固有振動周期Tcを判定する（第1周期判定段階）。

【0057】評価パルス発生回路30は、例えば、図4に示す評価パルスTP1を発生する。この評価パルスTP1は、基準電位としての中間電位Vmから最大電位Vhまで一定勾配で電位を上昇させる励振要素P1と、励振要素P1に続いて発生されて最大電位Vhを維持する第1ホールド要素P2と、第1ホールド要素P2に続いて発生されて最大電位Vhから最低電位VLまで一定勾配で電位を下降させ、これによりノズル開口16からインク滴を吐出させる吐出要素P3と、吐出要素P3に続いて発生されて最低電位VLを維持する第2ホールド要素P4と、最低電位VLから中間電位Vmまで一定勾配で電位を上昇させる制振要素P5とから構成される。

【0058】励振要素P1は、圧力室17内のインクに圧力振動を励起させる要素である。この励振要素P1が圧電振動子2に供給されると、つまり、励振要素P1を供給し、最大電位Vhを維持すると、圧力室17内のインク圧力は、図5に示すように変動する。即ち、励振要素P1の供給により圧力室17が膨張されてインク圧力は定常状態よりも低くなる。その後、ダイヤフラム部を構成する樹脂フィルム23の反動等によってインク圧力は定常状態よりも高くなり、その後、インク圧力は定常状態よりも低くなる。即ち、この励振要素P1の供給によって圧力室17内のインクには、上記した固有振動周期Tcの圧力振動が励起される。

【0059】この励振要素P1の発生時間Pwc1、つまり、圧電振動子2への供給時間は、固有振動周期Tcの圧力振動を励起させ得る時間に設定される。そして、圧力振動を効率よく励起させるという目的からすれば、この時間Pwc1は、圧力室17内におけるインクの固有振動周期Tcの設計値以下に設定されることが好まし

(10)

17

く、設計値の $1/2$ 以下に設定されるのがより好ましい。

【0060】吐出要素P3は、圧力室17を収縮させることでインクを加圧して、インク滴をノズル開口16から吐出させる要素である。この吐出要素P3の発生時間Pwd1は、インク滴を吐出させるために必要な圧力が得られる時間に設定される。この時間Pwd1は、好ましくは、固有振動周期Tcの設計値の $1/2$ 以下に設定される。

【0061】第1ホールド要素P2は、吐出要素P3の供給開始タイミング、言い換えれば励振要素P1の終端から吐出要素P3の始端までの時間間隔を規定する要素である。そして、インク量測定段階では、複数種類の発生時間Pwh1が設定される。即ち、第1ホールド要素P2の発生時間Pwh1が異なる複数種類の評価パルスTP1が用いられ、インク量の測定が複数回行われる。

【0062】本実施形態では、発生時間Pwh1を基準となる第1標準時間に設定した第1評価パルスと、発生時間Pwh1を第1標準時間よりも短い第2標準時間に設定した第2評価パルスと、発生時間Pwh1を第1標準時間よりも長い第3標準時間に設定した第3評価パルスとを用い、インク量の測定を3回行う。

【0063】ここで、上記の第1標準時間は、組み立て後の記録ヘッド1が設計値通りの固有振動周期Tcを有していた場合に、最も吐出インク量が少なくなる時間に設定される。例えば、第1標準時間は、励振要素P1の発生時間Pwc1との和が固有振動周期Tcの設計値における $\pm 10\%$ の範囲内に入る時間に設定される。また、第2標準時間は、第1標準時間よりも所定時間短い時間に設定され、第3標準時間は、第1標準時間よりも所定時間長い時間に設定される。

【0064】具体的に説明すると、固有振動周期Tcの設計値が約 $8.4\mu s$ （マイクロ秒）であり、励振要素P1の発生時間Pwc1が $4.2\mu s$ の場合には、図6に示すように、第1標準時間（M）が $4.2\mu s$ とされ、第2標準時間（S）が第1標準時間よりも $0.8\mu s$ 短い $3.4\mu s$ とされ、第3標準時間（L）が第1標準時間よりも $0.8\mu s$ 長い $5.0\mu s$ とされる。

【0065】そして、インク量測定段階では、上記の如く定めた3種類の評価パルスTP1を圧電振動子2に供給する。このような評価パルスTP1が圧電振動子2に供給されると、励振要素P1の供給に伴って圧力室17が膨張し、圧力室17内のインクに圧力振動が励起される。続いて、圧力室17の膨張状態が第1ホールド要素P2の供給時間に亘って維持され、吐出要素P3の供給に伴って圧力室17が収縮し、ノズル開口16からインク滴が吐出される。この吐出されたインク滴を捕集し、電子天秤31を用いて各評価パルスTP1毎の捕集量

（つまり、捕集重量）を測定する。なお、インク量の測定は、精度や自動化への対応が容易であることから電子

18

天秤31を用いたが、インク量が測定できるものであれば測定手段は電子天秤31に限定されるものではない。

【0066】このインク量測定段階において、インク量の吐出量は各評価パルスTP1毎に相違する。例えば、組み立て後の記録ヘッド1が設計値通りの固有振動周期Tcを有していた場合において第1評価パルスを用いると、図5中に符号Mで示すタイミングで吐出要素P3が供給される。この場合、吐出要素P3によるインクに加圧力が、励振要素P1によって励起されたインクの圧力振動によって相殺されるので、インク滴の吐出量は最も少なくなる。また、第2評価パルスを用いると図5中に符号Sで示すタイミングで吐出要素P3が供給され、第3評価パルスを用いると図5中に符号Lで示すタイミングで吐出要素P3が供給される。これらの場合は、第1評価パルスを用いた場合よりも効率よくインクを加圧できるので、インク量は第1評価パルスよりも増える。

【0067】また、組み立て後の記録ヘッド1が設計値よりも短い固有振動周期Tcを有していた場合には、図5中に破線で示すように、吐出インク量が最少となる第1ホールド要素P2の供給時間は、固有振動周期Tcが設計値通りの記録ヘッド1よりも短くなる。このため、インク量に関しては、第2評価パルスを用いた場合が最も少なくなり、第1評価パルスを用いた場合が2番目に少なくなり、第3評価パルスを用いた場合が最も多くなる。

【0068】反対に、組み立て後の記録ヘッド1が設計値よりも長い固有振動周期Tcを有していた場合には、図5中に一点鎖線で示すように、吐出インク量が最少となる第1ホールド要素P2の供給時間は、固有振動周期Tcが設計値通りの記録ヘッド1よりも長くなる。このため、インク量に関しては、第2評価パルスを用いた場合が最も多くなり、第1評価パルスを用いた場合が2番目に多くなり、第3評価パルスを用いた場合が最も少なくなる。

【0069】そして、第1周期判定段階では、各評価パルスTP1毎のインク量に基づいて圧力室17内のインク圧力の固有振動周期を判定する。例えば、図6に示すように、第1評価パルス（Pwh1= $4.2\mu s$ ）に対応するインク量Iw1と、第2評価パルス（Pwh1= $3.4\mu s$ ）に対応するインク量Iw2と、第3評価パルス（Pwh1= $5.0\mu s$ ）に対応するインク量Iw3とを比較することにより、つまり、励振要素P1から吐出要素P3までの時間間隔とインク量との相関関係から固有振動周期Tcを判定する。

【0070】即ち、これらのインク量Iw1、Iw2、Iw3を比較した時、インク量Iw1が最も少なく、インク量Iw2、Iw3がインク量Iw1よりも大きい関係を有する記録ヘッド1の場合（図6に丸印の線分で示す場合）には、上記したように、組立後における記録ヘッド1の固有振動周期Tcは設計値通りであると判定す



(11)

19

る。さらに、本実施形態では、インク量  $Iw1$ 、 $Iw2$  が略等しく、インク量  $Iw3$  がインク量  $Iw1$  よりも多い記録ヘッド1と、インク量  $Iw1$ 、 $Iw3$  が略等しく、インク量  $Iw2$  がインク量  $Iw1$  よりも多い記録ヘッド1とについても、固有振動周期  $Tc$  は設計値通りであると判定している。

【0071】また、インク量  $Iw2$  が最も少なく、インク量  $Iw1$  が2番目に少なく、インク量  $Iw3$  が最も大きい関係を有する記録ヘッド1の場合（図6に四角印の線分で示す場合）には、組立後における記録ヘッド1の固有振動周期  $Tc$  は設計値よりも短いと判定する。

【0072】また、インク量  $Iw2$  が最も多く、インク量  $Iw1$  が2番目に多く、インク量  $Iw3$  が最も少ない関係を有する記録ヘッド1の場合（図6に×印の線分で示す場合）には、組立後における記録ヘッド1の固有振動周期  $Tc$  は設計値よりも長いと判定する。

【0073】なお、上記以外のパターンが得られた場合にはエラーとして扱い、再測定を促す等の処理を行う。

【0074】このように、本実施形態では、励振要素P1から吐出要素P3までの時間間隔を異ならせた3種類の評価パルスTP1を用いてインク滴を吐出させ、各評価パルスTP1とインク量  $Iw1 \sim Iw3$  の相関関係から固有振動周期  $Tc$  を判定しているので、判定が簡便であり測定の実自動化への対応も容易である。

【0075】ランク分け工程では、測定工程における第1周期判定段階での判定結果に基づき、記録ヘッド1を3段階の  $Tc$  ランクに分類する。即ち、図7に示すように、固有振動周期  $Tc$  が設計値通りである場合には標準（def）ランクに分類して  $Tc$  ランクID=0を付与する。また、固有振動周期  $Tc$  が設計値より短い場合には  $Tc_{min}$  ランクに分類して  $Tc$  ランクID=1を付与し、固有振動周期  $Tc$  が設計値より長い場合には  $Tc_{max}$  ランクに分類して  $Tc$  ランクID=2を付与する。

【0076】そして、本実施形態では、固有振動周期  $Tc$  の設計値が約  $8.4 \mu s$  であるので、図8に示すように、圧力室17内のインクの固有振動周期  $Tc$  が  $7.6 \mu s$  以上  $9.2 \mu s$  以下である記録ヘッド1が標準ランクに分類され、固有振動周期  $Tc$  が  $7.6 \mu s$  未満の記録ヘッド1が  $Tc_{min}$  ランクに分類され、固有振動周期  $Tc$  が  $9.2 \mu s$  よりも大きい記録ヘッド1が  $Tc_{max}$  ランクに分類される。

【0077】このように、本実施形態の製造方法では、 $Tc$  ランクとして、固有振動周期  $Tc$  が設計値通りである標準ランクと、固有振動周期  $Tc$  が設計値より短い  $Tc_{min}$  ランクと、固有振動周期  $Tc$  が設計値より長い  $Tc_{max}$  ランクとを設定し、組立後の記録ヘッド1をこれら3つの  $Tc$  ランクに分類するようにしたので、後述するように、 $Tc$  ランク毎に記録用の駆動波形を設定することができ、画質の均一化が容易である。また、固

20

有振動周期  $Tc$  の判定に関し、励振要素P1から吐出要素P3までの時間間隔と吐出インク量との相関関係によって行っているため、簡便であり測定の実自動化への対応も容易である。このため、製造効率を落とすことなく記録ヘッド1の分類ができ、量産に適する。

【0078】ところで、上記した測定工程では、評価パルス発生回路30と電子天秤31を用いてインク重量を測定し、このインク重量に基づいて圧力室17内のインクの固有振動周期  $Tc$  を判定していたが、固有振動周期  $Tc$  の測定はこの方法に限定されるものではない。例えば、インク滴の体積を測定し、測定された体積から圧力室17内のインクの固有振動周期  $Tc$  を判定するようにしてもよい。要するに、吐出されたインクの量に基づいて固有振動周期  $Tc$  を判定すればよい。

【0079】また、上記の測定工程を、吐出されたインク滴の飛行速度を測定するインク速度測定段階と、測定された飛行速度に基づいて固有振動周期  $Tc$  を判定する第2周期判定段階とから構成してもよい。

【0080】即ち、上記した評価パルスTP1を用いた場合、第1ホールド要素P2の供給時間を変えることにより、インク滴の量に比例してインク滴の飛行速度も変化する。具体的には、インク量が最少となる供給時間ではインク滴の飛行速度が最も遅くなり、インク量が増すほど飛行速度が上昇する。従って、インク速度測定段階では、評価信号における励振要素P1の終端から吐出要素P3の始端までの時間間隔  $Pwh1$  を変えてインク滴速度の測定を複数回行い、第2周期判定段階では、励振要素P1から吐出要素P3までの時間間隔とインク滴速度との相関関係を判定することで、固有振動周期  $Tc$  の測定が行える。

【0081】そして、この場合においても、評価パルスTP1における励振要素P1から吐出要素P3までの時間間隔  $Pwh1$  を、第1標準時間、第2標準時間、及び、第3標準時間に設定し、インク滴速度の測定を3回行うことで固有振動周期  $Tc$  の測定を簡便に行うことができる。

【0082】なお、インク滴の飛行速度を測定する速度測定装置としては、飛行速度が測定できればどのような構成であってもよい。例えば、速度測定装置として、インク滴の飛行軌跡に交差する光線（例えば、レーザー光線）を発生する光線発生機構と、この光線を受光する受光機構と、受光機構からの検出信号に基づきインク滴が吐出された時点から光線を横切るまでの経過時間を計時する計時機構とを備え、計時機構による計時情報に基づいてインク滴の飛行速度を求めるものが好適に用いられる。

【0083】また、上記の実施形態では、第1評価パルス、第2評価パルス、及び、第3評価パルスからなる3種類の評価パルスTP1を用いてインク量の測定やインク速度の測定を3回行っていたが、この方法に限定され

(12)

21

るものではない。例えば、励振要素P 1から吐出要素P 3までの時間間隔が第2評価パルスよりも短い第4評価パルスと、励振要素P 1から吐出要素P 3までの時間間隔が第3評価パルスよりも長い第5評価パルスとをさらに加えて、5種類の評価パルスTP 1を用いて測定を5回行い、その測定結果から固有振動周期Tcを相対的に求めるようにしてもよい。同様に、2種類の評価パルスTP 1を用いて測定を2回行い、その測定結果から固有振動周期Tcを相対的に求めるようにしてもよい。

【0084】そして、3種類以上の評価パルスTP 1を用いて測定を3回以上行った場合には、対象となる記録ヘッド1が、設計値通りの固有振動周期Tcを有するの  
10 か、設計値よりも短い固有振動周期Tcを有するの  
か、それとも設計値よりも長い固有振動周期Tcを有するの  
かを、より明確に把握することができる。

【0085】また、上記の実施形態では、圧力発生素子として縦振動モードの圧電振動子2を用いた記録ヘッド1の場合について説明したが、本発明は、たわみ振動モードの圧電振動子や横振動モードの圧電振動子を用いた  
20 記録ヘッドにも適用できる。

【0086】また、圧力発生素子は圧電振動子に限定されるものではなく、例えば、磁歪素子や発熱素子であってもよい。以下、発熱素子を用いた記録ヘッドに本発明を適用した例について説明する。

【0087】まず、図9から図11を参照して、記録ヘッド70の構成について説明する。例示した記録ヘッド70は、共通インク室71の隔壁の一部を構成するベース板部72と、共通インク室71の深さを確保するための堰部を形成する板状の堰部形成部材73と、圧力室74やインク供給口75となる空部を設けた流路形成基板76と、複数のノズル開口77を列状に開設したノズルプレート78とから構成される。そして、この記録ヘッド70は、ベース板部72上に堰部形成部材73を接合し、ベース板部72とは反対側の堰部形成部材73の表面に流路形成基板76を接合し、堰部形成部材73とは反対側の流路形成基板76の表面にノズルプレート78を接合することで作製される。

【0088】この記録ヘッド70では、共通インク室71と圧力室74との間を狭窄状のインク供給口75で連通している。また、圧力室74は略方形形状の空部で作製され、この圧力室74にはノズル開口77が連通している。このノズル開口77は、圧力室74側に向けて拡張した略テーパ形状に形成されており、圧力室74側の開口面積は圧力室74の開口を覆える程度に広く形成されている。

【0089】そして、この記録ヘッド70では、共通インク室71からインク供給口75及び圧力室74を通してノズル開口77に連通するインク流路が、ノズル開口77に対応した数だけ形成されている。また、ノズル開口77に対向する圧力室74の内壁面には圧力発生素子  
50

22

の一種である発熱素子79が設けられている。

【0090】この記録ヘッド70でインク滴を吐出させる場合には、図12に示すように、定常状態から発熱素子79を急激に発熱させることで、発熱素子79上のインクを沸騰させて気泡80を圧力室74内で発生させる。即ち、図12(a)に示す定常状態では、発熱素子79を非発熱状態にする。この定常状態では、発熱素子79上に気泡は発生しないのでインク滴は吐出されない。そして、この定常状態から発熱素子79を発熱させると、図12(b)に示すように、発熱素子79上のインクが沸騰して気泡80が発生して急速に膨張し、圧力室74内のインクを加圧する。その結果、ノズル開口77から押し出されたインクがインク滴となって飛翔する。

【0091】このような構成の記録ヘッド70について圧力室74内のインク圧力の固有振動周期Tcを測定するには、例えば、図13に示す評価駆動信号TD（本発明の評価信号の一種）を評価信号発生回路（本発明の評価信号発生手段の一種、図示せず。）から発生させて記録ヘッド70に供給し、インク滴を吐出させる。  
20

【0092】この評価駆動信号TDは、圧力室74内のインクに固有振動周期Tcの圧力振動を励起させる励振要素P 11を含む励振パルスTP 2と、この励振パルスTP 2よりも後に発生されてノズル開口77からインク滴を吐出させる吐出要素P 12を含む吐出パルスTP 3とを含んでいる。そして、この評価信号でも、励振要素P 11から吐出要素P 12までの時間間隔diswを変えることで、上記した実施形態と同様にインク量に変化する。従って、評価信号における励振要素P 11から吐出要素P 12までの時間間隔diswを変えてインク量の測定を複数回行い、時間間隔diswとインク量又は飛行速度との相関関係から固有振動周期Tcを測定することができる。

【0093】そして、測定された固有振動周期Tcに基づき、組立後の記録ヘッド70を複数のTcランクに分類することで、後述するように、Tcランク毎に記録用の駆動信号COMを設定することができ、画質の均一化を容易に行うことができる。また、作業も簡便であるため、製造効率を落とすことなく記録ヘッド70が分類でき、量産に適する。

【0094】そして、Tcランク毎に分類された記録ヘッド1(70)には、Tcランクが表記される。このTcランクの表記は、例えば、図14に示すように、ランク表記部材32によって行われる。このランク表記部材32としては、裏面に接着層を形成したシール部材やプレート部材が好適に用いられる。また、ランク表記部材32に付されるランク表記情報としては、文字、数字、図形等の記号によって構成されたマーク情報や、スキャナーによって光学的に読み取り可能な符号化情報によって構成することができる。



(13)

23

【0095】そして、上記のマーク情報としては、Tcランクを示す記号（本発明の第1マーク情報に相当。）を用いることができる。例えば、標準ランクのTcランクIDが「0」、TcminランクのTcランクIDが「1」、TcmaxランクのTcランクIDが「2」であった場合には、マーク情報として「0」、「1」、「2」を用いることができる。同様に、アルファベットも用いることもできる。

【0096】また、上記のノズル列を複数列備えた記録ヘッド1では、ノズル列同士のTcランクの組み合わせを示す記号（本発明の第2マーク情報に相当。）を用いることもできる。例えば、ノズル列を2列備え、各ノズル列が3ランク（標準、Tcmin、Tcmax）に分類された記録ヘッド1では、マーク情報を次のように設定することができる。即ち、第1ノズル列と第2ノズル列とが共に標準ランクの場合にはマーク情報として

「A」を用いる。また、第1ノズル列が標準ランクであって、第2ノズル列がTcminランクの場合にはマーク情報として「B」を用いる。さらに、第1ノズル列が標準ランクであって、第2ノズル列がTcmaxランクの場合にはマーク情報として「C」を用いる。以下同様に、9通りのTcランクの各組み合わせについてマーク情報を付与する。

【0097】このような構成を採ることにより、複数のノズル列を備えた記録ヘッド1においてもランク表記部材32に表記するマーク情報の数を減らすことができ、ランク表記部材32の表記領域を有効利用することができる。例えば、表記領域に他の情報を表記することができる。

【0098】上記の符号化情報としては、スキャナで読み取られた二値画像情報をTcランクIDに変換し得るパターン画像が用いられる。例えば、複数種類の線幅の平行線で構成されたバーコードが好適に用いられる。このように、ランク表記情報として符号化情報を用いると、符号化情報が記されたランク表記部材32を記録ヘッド1の所定位置に貼設することにより、当該記録ヘッド1のTcランク情報をスキャナやラインセンサによって自動的に読み取らせることが可能になる。このため、記録ヘッド1に適した駆動波形を設定する際において、Tcランク情報の読み取り作業が自動化でき、作業の効率化に寄与する。

【0099】また、上記のTcランクに関し、例えば図15に示すように、Tcランクを示すランク識別情報をランク識別情報記憶素子33に電気的に記憶させてもよい。この場合、ランク識別情報記憶素子33は、記録ヘッド1に内蔵される。このランク識別情報記憶素子33は、ランク識別情報を電気的に読み取り可能に記憶する素子であればよく、例えば、EEPROMやICメモリといった情報の書き換えが可能な不揮発性メモリが好適に用いられる。この構成では、図16に示すように、ラ

24

ンク識別情報記憶素子33と記録装置の制御部46とを電気的に接続できるので、ランク識別情報の読み取りを自動化することができる。

【0100】次に、記録ヘッド1に付されたTcランクの使用方法、即ち、Tcランクに基づき、駆動信号を構成する波形要素の制御因子を設定する手順について説明する。ここで、図16はプリンタやプロッタ等のインクジェット式記録装置の電気的構成を説明するブロック図である。

【0101】例示した記録装置は、プリンタコントローラ41とプリントエンジン42とを備えている。

【0102】プリンタコントローラ41は、ホストコンピュータ（図示せず）等からの印刷データ等を受信するインターフェース43と、各種データの記憶等を行うRAM44と、各種データ処理のための制御ルーチン等を記憶したROM45と、本発明の波形制御手段としても機能し、CPUを含んで構成された制御部46と、発振回路47と、本発明の駆動信号発生手段として機能し、記録ヘッド1へ供給する駆動信号を発生する駆動信号発生回路48と、印刷データをドット毎に展開することで得られた印字データや駆動信号等をプリントエンジン42に送信するためのインターフェース49とを備えている。

【0103】プリントエンジン42は、上記の記録ヘッド1と、キャリッジ機構51と、紙送り機構52とから構成されている。記録ヘッド1は、印字データがセットされるシフトレジスタ53と、シフトレジスタ53にセットされた印字データをラッチするラッチ回路54と、電圧増幅器として機能するレベルシフタ55と、圧電振動子2に対する駆動信号の供給を制御するスイッチ回路56と、圧電振動子2と、上記のランク識別情報記憶素子33とを備えている。

【0104】上記の制御部46は、ROM45に記憶された動作プログラムに則って動作し、記録装置の各部を制御する。駆動信号発生回路48は、制御部46によって定められた波形形状の駆動信号COMを発生する。そして、制御部46（波形制御手段）は、記録ヘッド1に付与されたTcランクに応じて駆動信号発生回路48を制御し、駆動信号の波形形状を定める。つまり、Tcランクに応じて、駆動信号を構成する波形要素の制御因子を定める。

【0105】以下、Tcランクに基づく駆動信号の波形制御について説明する。まず、Tcランクに応じて、インク滴吐出後におけるメニスカスの振動抑制に影響を及ぼす振動抑制要素の制御因子を定めた例について説明する。

【0106】図17に例示した駆動信号COM1は、メニスカスを微振動させる微振動パルスDP1と、この微振動パルスDP1の後に発生され、ノーマルドット（ND）のインク滴をノズル開口16から吐出させるノーマ

(14)

25

ルドット駆動パルスDP 2を含む。そして、これらの微振動パルスDP 1及びノーマルドット駆動パルスDP 2を、印刷周期T毎に繰り返し発生する。

【0107】この駆動信号COM 1では、微振動パルスDP 1とノーマルドット駆動パルスDP 2の何れか一方を、圧電振動子2に供給する。即ち、インク滴を吐出させる場合にはノーマルドット駆動パルスDP 2のみを選択して圧電振動子2に供給し、インク滴を吐出させない場合には微振動パルスDP 1のみを選択して圧電振動子2に供給する。

【0108】微振動パルスDP 1は、印字内微振動を行わせるための駆動パルスであり、中間電位VMからこの中間電位よりも少し高い第2中間電位VMHまで、インク滴を吐出させない程度の比較的緩やかな電位勾配で電位を上昇させる微振動膨張要素P 21と、微振動膨張要素P 21に続いて発生されて第2中間電位VMHを所定時間維持する微振動ホールド要素P 22と、微振動ホールド要素P 22に続いて発生されて第2中間電位VMHから中間電位VMまで比較的緩やかな電位勾配で電位を下降させる微振動収縮要素P 23とから構成される。

【0109】この微振動パルスDP 1が圧電振動子2に供給されると、圧電振動子2や圧力室17は次のように動作する。即ち、微振動膨張要素P 21の供給に伴って圧電振動子2が少し収縮し、圧力室17が定常状態から少し膨張する。この膨張に伴って圧力室17内が減圧され、メニスカスが圧力室側に少し引き込まれる。この圧力室17の膨張状態は微振動ホールド要素P 22の供給期間に亘って維持され、メニスカスはこの維持期間中に亘って自由振動する。その後、微振動収縮要素P 23が供給されて圧電振動子2が少し伸長し、圧力室17は定常状態まで収縮する。この収縮に伴い、圧力室17内のインクが少し加圧されメニスカスの振動が加振される。これにより、ノズル開口16付近のインクの増粘が防止される。

【0110】ノーマルドット駆動パルスDP 2は、本発明の第1駆動パルスに相当し、中間電位VMから最大電位VPまでインク滴を吐出させない程度の一定勾配で電位を上昇させる膨張要素P 24と、膨張要素P 24に続いて発生されて最大電位VPを所定時間維持する膨張ホールド要素P 25と、膨張ホールド要素P 25に続いて発生されて最大電位VPから最低電位VGまで急激に電位を下降させる吐出要素P 26と、吐出要素P 26に続いて発生されて最低電位VGを所定時間維持する制振ホールド要素P 27と、制振ホールド要素P 27に続いて発生されて最低電位VGから中間電位VMまで電位を上昇させる制振要素P 28とから構成される。

【0111】このノーマルドット駆動パルスDP 2において、膨張要素P 24から制振要素P 28までの各要素が本発明の波形要素に相当する。また、膨張要素P 24が本発明の第1膨張要素に相当し、吐出要素P 26が本

26

発明の第1吐出要素に相当し、制振ホールド要素P 27が本発明の制振ホールド要素（振動抑制要素の一種）に相当し、制振要素P 28が本発明の第1制振要素に相当する。

【0112】このノーマルドット駆動パルスDP 2が圧電振動子2に供給されると、圧電振動子2や圧力室17は次のように動作する。

【0113】即ち、膨張要素P 24の供給に伴って圧電振動子2が大きく収縮し、圧力室17が定常状態から最大容積まで膨張する。この膨張に伴って圧力室17内が減圧され、メニスカスが圧力室側に引き込まれる。この圧力室17の膨張状態は膨張ホールド要素P 25の供給期間に亘って維持され、メニスカスはこの維持期間中に亘って固有振動周期Tcで自由振動する。続いて、吐出要素P 26が供給されて圧電振動子2が大きく伸長し、圧力室17は最小容積まで急激に収縮する。この収縮に伴い、圧力室17内のインクが加圧されてノズル開口16からインク滴が吐出される。吐出要素P 26に続いて制振ホールド要素P 27が供給されるので圧力室17の収縮状態は維持されるが、このときメニスカスはインク滴吐出の影響を受けて大きく振動している。その後、メニスカスの振動を打ち消し得るタイミングで制振要素P 28が供給され、圧力室17が定常状態まで膨張復帰する。即ち、圧力室17内のインク圧力を相殺すべく、圧力室17を膨張させてインク圧力を減圧する。これにより、メニスカスの振動を短時間で抑制することができ、次のインク滴の吐出を安定させることができる。

【0114】そして、制御部46（波形制御手段）は、Tcランクに応じて駆動信号発生回路48（駆動信号発生手段）を制御し、吐出要素P 26と制振要素P 28との間に発生する制振ホールド要素P 27の発生時間Pwh2を変更する。つまり、Tcランクに応じて制振要素P 28による圧力室17の減圧タイミングを変えている。例えば、標準ランク及びTcmaxの記録ヘッド1については、発生時間Pwh2を4.5μsに設定し、Tcminの記録ヘッド1については、発生時間Pwh2を3.3μsに設定する。

【0115】このように制振ホールド要素P 27の発生時間Pwh2をTcランクに応じて変えると、メニスカスの振動を効率良く抑えることができる。即ち、インク滴吐出直後におけるメニスカスの振動は、圧力室17内のインク圧力に大きく影響されている。つまり、固有振動周期Tcの影響を大きく受けて振動している。このため、Tcランクに応じて制振ホールド要素P 27の発生時間Pwh2を変えることにより、その記録ヘッド1の固有振動周期Tcに適したタイミングで制振要素P 28を供給することができる。従って、メニスカスの振動を効率良く抑えることができる。

【0116】さらに、制振ホールド要素P 27に関し、同じTcランクに分類された記録ヘッド1については同

(15)

27

じ変更を施しており、各記録ヘッド1毎に異なる専用波形を使用するものではない。このため、量産する際に効率が良い。さらに、製造過程での個体差を補正できるので、従来廃棄せざる得なかった記録ヘッド1であっても記録装置に搭載でき、歩留まりの向上も図れる。

【0117】なお、本実施形態ではTcランクが標準の記録ヘッド1とTcmaxの記録ヘッド1について同じ発生時間Pwh2としたが、勿論、標準ランクの記録ヘッド1とTcmaxの記録ヘッド1とで別個の発生時間Pwh2を設定してもよい。

【0118】次に、一印刷周期内における先の駆動パルスの終端と後の駆動パルスの始端との間を接続する第2パルス接続要素の発生時間を、Tcランクによって定めた例について説明する。

【0119】図18に例示した駆動信号COM2は、ノーマルドット駆動パルスを一印刷周期内に3つ含み、これらのノーマルドット駆動パルスDP3～DP5を印刷周期T毎に繰り返し発生する。

【0120】そして、この駆動信号COM2では、ドットの階調に応じてこれらの駆動パルスDP3～DP5を選択して圧電振動子2に供給する。例えば、ドットパターンデータが階調値(01)であった場合には、2番目のノーマルドット駆動パルスDP4のみを圧電振動子2に供給する。また、階調値(10)であった場合には、1番目のノーマルドット駆動パルスDP3と3番目のノーマルドット駆動パルスDP5とを圧電振動子2に供給する。さらに、階調値(11)であった場合には、各ノーマルドット駆動パルスDP3～DP5を圧電振動子2に供給する。

【0121】各ノーマルドット駆動パルスDP3～DP5は、上記のノーマルドット駆動パルスDP2と同様に本発明の第1駆動パルスに相当する。そして、これらのノーマルドット駆動パルスDP3～DP5を構成する各波形要素P24～P28は、ノーマルドット駆動パルスDP2の波形要素P24～P28と同様である。このため、その説明は省略する。

【0122】この駆動信号COM2では、ノーマルドット駆動パルス同士の間にはパルス接続要素P31、P32を発生させ、駆動パルス同士を一連に接続している。即ち、パルス接続要素P31により、ノーマルドット駆動パルスDP3(本発明の先の駆動パルスに相当)の終端とノーマルドット駆動パルスDP4(本発明の後の駆動パルスに相当)の始端とを接続している。また、パルス接続要素P32により、ノーマルドット駆動パルスDP4(本発明の先の駆動パルスに相当)の終端とノーマルドット駆動パルスDP5(本発明の後の駆動パルスに相当)の始端とを接続している。従って、この駆動信号COM2において、パルス接続要素P31、P32は、本発明の振動抑制要素の一種であり、第2パルス接続要素に相当する。

28

【0123】そして、制御部46(波形制御手段)は、Tcランクに応じて駆動信号発生回路48(駆動信号発生手段)を制御し、制振ホールド要素P27の発生時間Pwh2と、パルス接続要素P31の発生時間pdiss1と、パルス接続要素P32の発生時間pdiss2を変更する。

【0124】これは、各ノーマルドット駆動パルスDP3～DP5によるインク滴吐出タイミングを揃えるためである。即ち、発生時間Pwh2の変更により、制振要素P28の供給タイミングについては適正化が図られたが、単に発生時間Pwh2を変更しただけでは、ノーマルドット駆動パルスDP4、DP5の供給タイミングが前後してしまう。そこで、発生時間Pwh2の変更に併せて発生時間pdiss1と発生時間pdiss2とを適宜変更し、インク滴の吐出タイミングを揃えている。これにより、各ノーマルドット駆動パルスDP3～DP5におけるインク滴吐出タイミングが揃えられるので、インク滴の着弾位置の均一化が図れ、画質向上に寄与する。

【0125】次に、第2駆動パルスの第2制振要素の発生時間と、第3駆動パルスの第1パルス接続要素の発生時間とを、Tcランクによって定めた例について説明する。

【0126】図19に例示した駆動信号COM3は、メニスカスを微振動させる微振動パルスDP1'と、この微振動パルスDP1'の後に発生され、マイクロドットのインク滴をノズル開口16から吐出させるマイクロドット駆動パルスDP6と、ミドルドットのインク滴をノズル開口16から吐出させるミドルドット駆動パルスDP7とを含み、これらの駆動パルスDP1'、DP6、DP7を印刷周期T毎に繰り返し発生する。

【0127】この駆動信号COM3では、インク滴を吐出させない場合に微振動パルスDP1'のみを選択して圧電振動子2に供給し、ドットパターンデータがマイクロドットのデータであった場合にマイクロドット駆動パルスDP6のみを圧電振動子2に供給する。また、ミドルドットのデータであった場合にミドルドット駆動パルスDP7のみを圧電振動子2に供給する。さらに、ラージドットのデータであった場合にマイクロドット駆動パルスDP6とミドルドット駆動パルスDP7とを圧電振動子2に供給する。

【0128】微振動パルスDP1'は、上記した微振動パルスDP1と同様に印字内微振動を行わせる駆動パルスであり、微振動膨張要素P21'と微振動ホールド要素P22'と微振動収縮要素P23'とから構成される。この微振動パルスDP1'と微振動パルスDP1との違いは、微振動パルスDP1が中間電位VMから第2中間電位VMHの範囲で電位を変化させているのに対し、この微振動パルスDP1'が最低電位VGから中間電位VMの範囲で電位を変化させている点である。そして、他の点に変わりはないので、この微振動パルスDP

(16)

29

1 に関する詳細な説明は省略する。

【0129】マイクロドット駆動パルスDP6は、本発明の第2駆動パルスに相当し、最低電位VGから最大電位VPHまで比較的急峻な勾配で電位を上昇させる膨張要素P41と、膨張要素P41に続いて発生されて最大電位VPHを極く短い時間維持する膨張ホールド要素P42と、最大電位VPHからこの最大電位VPHよりも少し低い第2最大電位VPLまで比較的急峻な勾配で電位を下降させる吐出要素P43と、第2最大電位VPLを極く短い時間維持する吐出ホールド要素P44と、第2最大電位VPLから最低電位VGまで比較的緩やかな電位勾配で電位を下降させる制振要素P45とから構成される。

【0130】このマイクロドット駆動パルスDP6において、膨張要素P41から制振要素P45までの各要素が本発明の波形要素に相当する。また、膨張要素P41が本発明の第2膨張要素に相当し、吐出要素P43が本発明の第2吐出要素に相当し、制振要素P45が本発明の第2制振要素（振動抑制要素の一種）に相当する。

【0131】このマイクロドット駆動パルスDP6が圧電振動子2に供給されると、圧電振動子2や圧力室17は次のように動作する。即ち、膨張要素P41の供給に伴って圧電振動子2が大きく収縮し、圧力室17が最小容積から最大容積まで急速に膨張する。この膨張に伴って圧力室17内が大きく減圧され、メニスカスが圧力室側に大きく引き込まれる。このとき、メニスカスの中心部分、即ち、ノズル開口16の中央付近は、一旦大きく引き込まれ、その後、反動で凸状に盛り上がった状態になる。次に、膨張ホールド要素P42と吐出要素P43とが続けて供給されて、吐出要素P43の供給に伴って圧力室17が少し収縮してインクが少し加圧され、メニスカスの中心部分がインク滴として吐出される。このインク滴の吐出に伴ってメニスカスは大きく振動するが、その後供給される制振要素P45によって圧力室17が緩やかに収縮し、インク滴吐出後のメニスカスの振動が抑制される。

【0132】そして、制御部46（波形制御手段）は、Tcランクに応じて駆動信号発生回路48（駆動信号発生手段）を制御し、制振要素P45の発生時間Pwd $\mu$ 2を変更する。つまり、Tcランクに応じて制振要素P45による圧力室17の収縮速度を変えている。併せて、マイクロドット駆動パルスDP6とミドルドット駆動パルスDP7との間に発生されるパルス接続要素P33の発生時間Pwh $\mu$ 3も変更する。

【0133】例えば、標準ランクの記録ヘッド1については発生時間Pwd $\mu$ 2を4.3 $\mu$ sに、発生時間Pwh $\mu$ 3を11.0 $\mu$ sにそれぞれ設定し、Tcminの記録ヘッド1については発生時間Pwd $\mu$ 2を4.1 $\mu$ sに、発生時間Pwh $\mu$ 3を11.2 $\mu$ sにそれぞれ設定し、Tcmaxの記録ヘッド1については発生時間P

30

wd $\mu$ 2を4.7 $\mu$ sに、発生時間Pwh $\mu$ 3を10.6 $\mu$ sにそれぞれ設定する。

【0134】これも、メニスカスの振動を効率良く抑えるためである。即ち、インク滴吐出直後においてメニスカスは、固有振動周期Tcの影響を大きく受けて振動している。このため、Tcランクに応じて制振要素P45の発生時間Pwd $\mu$ 2を変えることにより、圧力室17内のインクの加圧速度が変化し、インク内の圧力振動を効率よく抑えることができる。また、パルス接続要素P53の発生時間Pwh $\mu$ 3も併せて変更しているので、次に発生されるミドルドット駆動パルスDP7によるインク滴の吐出タイミングを揃えることができる。

【0135】次に、ミドルドット駆動パルスDP7について説明する。このミドルドット駆動パルスDP7は、本発明の第3駆動パルスに相当し、インク滴を吐出する吐出パルスPS1と、この吐出パルスPS1の後に発生されてインク滴吐出後におけるメニスカスの振動を抑制する制振パルスPS2と、これらの吐出パルスPS1と制振パルスPS2との間を接続する第1パルス接続要素P49とを備える。

【0136】吐出パルスPS1は、最低電位VGから第3最大電位VPMまでインク滴を吐出させない程度の勾配で電位を上昇させる膨張要素P46と、膨張要素P46に続いて発生されて第3最大電位VPMを所定時間維持する膨張ホールド要素P47と、第3最大電位VPMから最低電位VGまで比較的急峻な勾配で電位を下降させる吐出要素P48とから構成される。なお、第3最大電位VPMは、最大電位VPHよりも低く、且つ、第2最大電位VPLよりも高い電位に設定される。

【0137】制振パルスPS2は、最低電位VGから中間電位VMまで、インク滴を吐出させない程度の比較的緩やかな電位勾配で電位を上昇させる制振膨張要素P50と、制振膨張要素P50に続いて発生されて中間電位VMを所定時間維持する制振ホールド要素P51と、制振ホールド要素P51に続いて発生されて中間電位VMから最低電位VGまで比較的緩やかな電位勾配で電位を下降させる制振収縮要素P52とから構成される。

【0138】そして、第1パルス接続要素P49は、吐出パルスPS1における吐出要素P48の終端と制振パルスPS2における制振膨張要素P50の始端との間を接続している。

【0139】このミドルドット駆動パルスDP7においては、膨張要素P46から制振収縮要素P52までの各要素が本発明の波形要素に相当する。そして、吐出パルスPS1が本発明の吐出パルスに相当し、制振パルスPS2が本発明の制振パルスに相当する。また、第1パルス接続要素P49が本発明の第1パルス接続要素（振動抑制要素の一種）に相当する。

【0140】このミドルドット駆動パルスDP7が圧電振動子2に供給されると、圧電振動子2や圧力室17は

(17)

31

次のように動作する。即ち、膨張要素P 4 6の供給に伴って圧電振動子2が大きく収縮し、圧力室1 7が最小容積から大きく膨張する。圧力室1 7の膨張状態は、膨張ホールド要素P 4 7の供給期間中に亘って維持される。そして、この維持期間中におけるインクの圧力変動によって、引き込まれたメニスカスがノズル開口1 6の開口縁付近まで戻ってくる。その後、吐出要素P 4 8が供給されてノズル開口1 6からはミドルドットに対応する量のインク滴が吐出される。

【0141】吐出要素P 4 8に続いて第1パルス接続要素P 4 9が供給される。この第1パルス接続要素P 4 9の電位は最低電位VGであるため、圧力室1 7の収縮状態は維持される。そして、この維持期間中において、メニスカスは、インク滴吐出の影響を受けて大きく振動している。その後、このメニスカスの振動を打ち消し得るタイミングで制振膨張要素P 5 0が供給されて圧力室1 7が再度膨張し、圧力室1 7内のインクを減圧する。さらに、制振ホールド要素P 5 1で規定される時間の経過後、制振収縮要素P 5 2が供給されてメニスカスの振動を打ち消すように圧力室1 7を収縮させ、インクを加圧する。

【0142】そして、制御部4 6（波形制御手段）は、Tcランクに応じて駆動信号発生回路4 8（駆動信号発生手段）を制御し、第1パルス接続要素P 4 9の発生時間Pwhm2を変更する。つまり、Tcランクに応じて制振パルスPS2の供給タイミングを変えている。

【0143】例えば、標準ランクの記録ヘッド1については発生時間Pwhm2を4. 0  $\mu$ sに設定し、Tcminの記録ヘッド1については発生時間Pwhm2を2. 8  $\mu$ sに設定し、Tcmaxの記録ヘッド1については発生時間Pwhm2を5. 4  $\mu$ sに設定する。これにより、上記した制振ホールド要素P 2 7の発生時間Pwh2を変えたときと同様な作用をなし、メニスカスの振動を効率良く抑えることができる。

【0144】ところで、上記の各駆動信号COM1～COM3では、Tcランクに応じて振動抑制要素の制御因子を定めた例について説明したが、本発明はこの例に限定されるものではない。例えば、インク滴の吐出特性に影響を及ぼす特性変動要素の制御因子を、Tcランクに応じて定めてもよい。以下、特性変動要素の制御因子を定めた例について説明する。

【0145】図20に例示した駆動信号COM4は、メニスカスを微振動させる微振動パルスDP8と、この微振動パルスDP8の後に発生され、マイクロドットのインク滴をノズル開口1 6から吐出させるマイクロドット駆動パルスDP9と、ミドルドットのインク滴をノズル開口1 6から吐出させるミドルドット駆動パルスDP10とを含み、これらの駆動パルスDP8、DP9、DP10を印刷周期T毎に繰り返し発生する。

【0146】この駆動信号COM4では、インク滴を吐

32

出させない場合に微振動パルスDP8のみを選択して圧電振動子2に供給し、ドットパターンデータがマイクロドットのデータであった場合にマイクロドット駆動パルスDP9のみを圧電振動子2に供給する。また、ミドルドットのデータであった場合にミドルドット駆動パルスDP10のみを圧電振動子2に供給する。さらに、ラージドットのデータであった場合にマイクロドット駆動パルスDP9とミドルドット駆動パルスDP10とを圧電振動子2に供給する。

【0147】微振動パルスDP8は、上記した微振動パルスDP1、DP1'と同様に、印字内微振動を行わせるための駆動パルスである。そして、この微振動パルスDP8は、最低電位VGからこの最低電位よりも少し高い第2最低電位VGHまで、インク滴を吐出させない程度の比較的緩やかな電位勾配で電位を上昇させる微振動膨張要素P 6 1と、微振動膨張要素P 6 1に続いて発生されて第2最低電位VGHを所定時間維持する微振動ホールド要素P 6 2と、微振動ホールド要素P 6 2に続いて発生されて第2最低電位VGHから最低電位VGまで比較的緩やかな電位勾配で電位を下降させる微振動収縮要素P 6 3とから構成される。

【0148】そして、この微振動パルスDP8が圧電振動子2に供給されると、圧電振動子2や圧力室1 7は、微振動パルスDP1、DP1'が供給された場合と同様に動作し、ノズル開口1 6付近のインク増粘が防止される。

【0149】マイクロドット駆動パルスDP9は、上記のマイクロドット駆動パルスDP6と同様な波形状であり、本発明の第6駆動パルス及び第7駆動パルスに相当する。

【0150】このマイクロドット駆動パルスDP9は、最低電位VGから最大電位VPHまで比較的急峻な勾配で電位を上昇させる膨張要素P 6 4と、膨張要素P 6 4に続いて発生されて最大電位VPHを極く短い時間維持する膨張ホールド要素P 6 5と、最大電位VPHからこの最大電位VPHよりも少し低い第2最大電位VPLまで比較的急峻な勾配で電位を下降させる吐出要素P 6 6と、第2最大電位VPLを極く短い時間維持する吐出ホールド要素P 6 7と、第2最大電位VPLから最低電位VGまで電位を下降させる制振要素P 6 8とから構成される。

【0151】このマイクロドット駆動パルスDP9において、膨張要素P 6 4から制振要素P 6 8までの各要素が本発明の波形要素に相当する。そして、膨張要素P 6 4が本発明の第2膨張要素に相当し、膨張ホールド要素P 6 5が本発明の第2ホールド要素に相当し、吐出要素P 6 6が本発明の第2吐出要素に相当する。また、これらの膨張要素P 6 4、膨張ホールド要素P 6 5及び吐出要素P 6 6は、インク滴を吐出させる目的で圧力室1 7内の圧力変動に関与する波形要素であり、本発明の特性



(18)

33

変動要素の一種である。即ち、膨張要素P 6 4及び吐出要素P 6 6は、インク滴を吐出させるために圧力室1 7内を加減圧する波形要素であり、膨張ホールド要素P 6 5は、吐出要素P 6 6の供給開始タイミングを規定する波形要素である。

【0152】このマイクロドット駆動パルスDP 9が圧電振動子2に供給されると、圧電振動子2や圧力室1 7は次のように動作する。即ち、膨張要素P 6 4の供給に伴って圧電振動子2が大きく収縮し、圧力室1 7が最小容積から最大容積まで急速に膨張する。この膨張に伴って圧力室1 7内が大きく減圧され、メニスカスが圧力室側に大きく引き込まれる。このとき、メニスカスの中心部分が大きく引き込まれ、その反動でメニスカスの中心部分が凸状に盛り上がった状態になる。その後、膨張ホールド要素P 6 5と吐出要素P 6 6とが続けて供給されて、吐出要素P 6 6の供給に伴って圧力室1 7が少し収縮してインクが少し加圧され、メニスカスの中心部分がインク滴として吐出される。このインク滴の吐出に伴いメニスカスは大きく振動する。続いて、吐出ホールド要素P 6 7と制振要素P 6 8とが供給され、制振要素P 6 8の供給に伴って圧力室1 7が収縮し、インク滴吐出後のメニスカスの振動を抑制する。

【0153】そして、制御部4 6（波形制御手段）は、Tcランクに応じて駆動信号発生回路4 8（駆動信号発生手段）を制御し、膨張要素P 6 4の発生時間や電位差（始端電位と終端電位との差）を変える。つまり、Tcランクに応じて膨張要素P 6 4による圧力室1 7の膨張速度や膨張度合い（最大膨張容積）を変えている。例えば、Tcmaxの記録ヘッド1については、膨張要素P 6 4の発生時間Pwcμ1を標準ランクにおける発生時間Pwcμ1よりも長く設定し、膨張要素P 6 4の電位差Vcμ1を標準ランクにおける電位差Vcμ1よりも大きく設定する。一方、Tcminの記録ヘッド1については、膨張要素P 6 4の発生時間Pwcμ1を標準ランクにおける発生時間Pwcμ1よりも短く設定し、膨張要素P 6 4の電位差Vcμ1を標準ランクにおける電位差Vcμ1よりも小さく設定する。

【0154】これは、インク滴の速度を適正化するためである。このマイクロドット駆動パルスDP 9に関しては、図21に示すように、横軸にPwcμ1をとり縦軸にインク速度Vmをとると、上側に凸の特性カーブが描ける。そして、この特性カーブにおけるインク滴速度のピークは、発生時間Pwcμ1を固有振動周期Tcに略一致させた際に得られる。これは、発生時間Pwcμ1を固有振動周期Tcに揃えることにより、圧電振動子2の作動によってインクに加えられた外力が最も効率よくインク内の圧力振動に変換されるためと考えられる。さらに、ピーク速度について、電位差Vcμ1を揃えた場合には、固有振動周期Tcが長いと速度が遅くなり、固有振動周期Tcが短く応答が良いほど速度が速くなる。

34

即ち、固有振動周期Tcが短い程、インク滴の飛行速度が速い特性となる。

【0155】従って、Tcmaxの記録ヘッド1については、膨張要素P 6 4の発生時間Pwcμ1を標準ランクにおける発生時間Pwcμ1よりも長く設定することにより、圧電振動子2からの外力を最も効率よくインク内の圧力振動に変換できる。そして、電位差Vcμ1を標準ランク用の電位差Vcμ1よりも高く設定することでインク滴の速度を高めることができ、インク滴の速度を標準ランクの記録ヘッド1に揃えることができる。

【0156】反対に、Tcminの記録ヘッド1については、膨張要素P 6 4の発生時間Pwcμ1を標準ランクにおける発生時間Pwcμ1よりも短く設定することにより、圧電振動子2からの外力を最も効率よくインク内の圧力振動に変換できる。そして、Tcminの記録ヘッド1は、インク滴の速度が標準ランクの記録ヘッド1よりも速い特性なので、電位差Vcμ1を標準ランク用の電位差Vcμ1よりも低く設定してもインク滴の速度を標準ランクの記録ヘッド1に揃えることができる。また、この電位差Vcμ1は、駆動信号COM4の駆動電圧Vhを規定する要因でもあるので、この電位差Vcμ1を低くできることにより駆動電圧Vhを下げることもできる。

【0157】なお、発生時間Pwcμ1と電位差Vcμ1は、少なくとも一方を変えてやれば、インク滴の吐出特性の適正化が図れる。

【0158】また、制御部4 6（波形制御手段）により、吐出要素P 6 6の発生時間Pwdμ1や電位差Vdμ1をTcランクに応じて変えてもよい。即ち、吐出要素P 6 6による圧力室1 7の収縮速度や収縮度合いを変えてもよい。この場合には、インク滴吐出時における圧力室1 7の加圧条件を変えることができるので、インク滴の速度を適正化することができる。

【0159】さらに、制御部4 6（波形制御手段）により、膨張ホールド要素P 6 5の発生時間をTcランクに応じて変えるようにしてもよい。即ち、この膨張ホールド要素P 6 5は、膨張要素P 6 4による圧力室1 7の膨張状態を保持することで、吐出要素P 6 6の供給開始タイミングを規定する波形要素である。このため、膨張ホールド要素P 6 5の発生時間を変えることにより、圧力室1 7を収縮させるタイミングを適正化することができる。その結果、圧力室1 7内の圧力変動を効率よく使用することができ、インク滴の吐出を効率よく行わせることができる。

【0160】なお、制振要素P 6 8は、上記のマイクロドット駆動パルスDP 6における制振要素P 4 5と同じ作用を奏する。このため、Tcランクに応じて制振要素P 6 8の発生時間Pwdμ2を変えることにより、インク滴吐出後におけるメニスカスの制振を効率よく行うことができる。

(19)

35

【0161】上記のミドルドット駆動パルスDP10は、本発明の第4駆動パルス及び第5駆動パルスに相当する。このミドルドット駆動パルスDP10は、最低電位VGから中間電位VMまでインク滴を吐出させない程度の一定勾配で電位を上昇させる予備膨張要素P69と、中間電位VMを所定時間維持する予備ホールド要素P70と、中間電位VMから最大電位VPHまでインク滴を吐出させない程度の一定勾配で電位を上昇させる膨張要素P71と、最大電位VPHを所定時間維持する膨張ホールド要素P72と、最大電位VPHから最低電位VGまで急激に電位を下降させる吐出要素P73と、最低電位VGを所定時間維持する第1制振ホールド要素P74と、最低電位VGから中間電位VMまで電位を上昇させる制振要素P75と、中間電位VMを所定時間維持する第2制振ホールド要素P76と、中間電位VMから最低電位VGまで電位を下降させる復帰要素P77とから構成される。

【0162】このミドルドット駆動パルスDP10において、予備膨張要素P69から復帰要素P77までの各要素が本発明の波形要素に相当する。そして、膨張要素P71が本発明の第1膨張要素に相当し、膨張ホールド要素P72が本発明の第1ホールド要素に相当し、吐出要素P73が本発明の第1吐出要素に相当する。即ち、これらの膨張要素P71、膨張ホールド要素P72及び吐出要素P73も、インク滴を吐出させる目的で圧力室17内の圧力変動に関与する波形要素であり、本発明の特性変動要素の一種である。

【0163】このミドルドット駆動パルスDP10が圧電振動子2に供給されると、圧電振動子2や圧力室17は次のように動作する。即ち、予備膨張要素P69の供給に伴って圧電振動子2が少し収縮し、圧力室17が最小容積から中間電位VMで規定される基準容積まで膨張する。そして、予備ホールド要素P70の供給により、基準容積が所定時間維持される。続いて、膨張要素P71の供給に伴って圧電振動子2が大きく収縮し、圧力室17が基準容積から最大容積まで膨張する。この膨張に伴って圧力室17内が減圧される。この圧力室17の膨張状態は膨張ホールド要素P72の供給期間に亘って維持される。その後、吐出要素P73が供給されて圧電振動子2が大きく伸長し、圧力室17は最小容積まで急激に収縮する。この収縮に伴い、圧力室17内のインクが加圧されてノズル開口16からインク滴が吐出される。そして、制振ホールド要素P74が供給されるので圧力室17の収縮状態が維持され、メニスカスの振動を打ち消し得るタイミングで制振要素P75が供給されて圧力室17が基準容積まで膨張復帰する。これにより、メニスカスの振動を短時間で抑制することができ、次のインク滴の吐出を安定させることができる。さらに、第2制振ホールド要素P76で定められたタイミングで復帰要素P77が供給される。

36

【0164】そして、制御部46（波形制御手段）は、Tcランクに応じて駆動信号発生回路48（駆動信号発生手段）を制御し、膨張要素P71及び吐出要素P73の発生時間や電位差を変える。つまり、Tcランクに応じて膨張要素P71による圧力室17の膨張速度や膨張度合い、及び、吐出要素P73による圧力室17の収縮速度や収縮度合いを変えている。

【0165】例えば、膨張要素P71に関し、Tcmaxの記録ヘッド1については、発生時間Pwcm1を標準ランクにおける発生時間Pwcm1よりも長く設定し、電位差Vcm1を標準ランクにおける電位差Vcm1よりも大きく設定する。一方、Tcminの記録ヘッド1については、発生時間Pwcm1を標準ランクにおける発生時間Pwcm1よりも短く設定し、電位差Vcm1を標準ランクにおける電位差Vcm1よりも小さく設定する。

【0166】また、吐出要素P73に関しても、Tcmaxの記録ヘッド1については、発生時間Pwdm1を標準ランクにおける発生時間Pwdm1よりも長く設定し、電位差Vdm1を標準ランクにおける電位差Vdm1よりも大きく設定する。一方、Tcminの記録ヘッド1については、発生時間Pwdm1を標準ランクにおける発生時間Pwdm1よりも短く設定し、電位差Vdm1を標準ランクにおける電位差Vdm1よりも小さく設定する。

【0167】これにより、固有振動周期Tcがばらついていてもインク滴の吐出速度を揃えることができる。なお、この場合においても、発生時間Pwcm1やPwdm1と電位差Vcm1やVdm1は、少なくとも一方を変えてやることでインク滴の吐出特性の適正化が図れる。勿論、両方変えてもよい。

【0168】また、制御部46（波形制御手段）により、膨張ホールド要素P72の発生時間をTcランクに応じて変えるようにしてもよい。即ち、この膨張ホールド要素P72は、上記した膨張ホールド要素P65と同様な作用をなし、膨張要素P71による圧力室17の膨張状態を保持することで吐出要素P73の供給開始タイミングを規定する。このため、膨張ホールド要素P72の発生時間を変えることにより、圧力室17を収縮させるタイミングを適正化することができる。その結果、圧力室17内の圧力変動を効率よく使用することができ、インク滴の吐出を効率よく行わせることができる。

【0169】なお、このミドルドット駆動パルスDP10において、第1制振ホールド要素P74は、制振要素P75の供給開始タイミングを規定する。即ち、上記したミドルドット駆動パルスDP7における第1パルス接続要素P49と同様の作用を奏する。このため、Tcランクに応じて、第1制振ホールド要素P74の発生時間Pwhm2を変えてやることにより、インク滴吐出後におけるメニスカスの制振を効率よく行うことができる。



(20)

37

【0170】次に、特性変動要素の制御因子を定めた他の例について説明する。

【0171】図22に例示した駆動信号COM5は、メニスカスを微振動させる微振動パルスDP11と、この微振動パルスDP11の後に発生され、ノーマルドットのインク滴をノズル開口16から吐出させるノーマルドット駆動パルスDP12とを含み、これらの微振動パルスDP11及びノーマルドット駆動パルスDP12を印刷周期T毎に繰り返し発生する。そして、この駆動信号COM5では、微振動パルスDP11とノーマルドット駆動パルスDP12の何れか一方を、圧電振動子2に供給する。即ち、インク滴を吐出させる場合にはノーマルドット駆動パルスDP12のみを選択して圧電振動子2に供給し、インク滴を吐出させない場合には微振動パルスDP11のみを選択して圧電振動子2に供給する。

【0172】微振動パルスDP11は、印字内微振動を行わせるための駆動パルスであり、中間電位VMからこの中間電位よりも少し高い第2中間電位VMHまで、インク滴を吐出させない程度の比較的緩やかな電位勾配で電位を上昇させる微振動膨張要素P81と、微振動膨張要素P81に続いて発生されて第2中間電位VMHを所定時間維持する微振動ホールド要素P82と、微振動ホールド要素P82に続いて発生されて第2中間電位VMHから中間電位VMまで比較的緩やかな電位勾配で電位を下降させる微振動収縮要素P83とから構成される。

【0173】そして、この微振動パルスDP11が圧電振動子2に供給されると、圧電振動子2や圧力室17は、微振動パルスDP1、DP8等が供給された場合と同様に動作し、ノズル開口16付近のインク増粘が防止される。

【0174】ノーマルドット駆動パルスDP12は、本発明の第4駆動パルス及び第5駆動パルスに相当し、中間電位VMから最大電位VPまでインク滴を吐出させない程度の一定勾配で電位を上昇させる膨張要素P84と、膨張要素P84に続いて発生されて最大電位VPを所定時間維持する膨張ホールド要素P85と、膨張ホールド要素P85に続いて発生されて最大電位VPから最低電位VGまで急激に電位を下降させる吐出要素P86と、吐出要素P86に続いて発生されて最低電位VGを所定時間維持する制振ホールド要素P87と、制振ホールド要素P87に続いて発生されて最低電位VGから中間電位VMまで電位を上昇させる制振要素P88とから構成される。

【0175】このノーマルドット駆動パルスDP12において、膨張要素P84から制振要素P88までが本発明の波形要素に相当する。そして、膨張要素P84が本発明の第1膨張要素に相当し、膨張ホールド要素P85が本発明の第1ホールド要素に相当し、吐出要素P86が本発明の第1吐出要素に相当する。即ち、これらの膨張要素P84、膨張ホールド要素P85及び吐出要素P

38

86も、インク滴を吐出させる目的で圧力室17内の圧力変動に関与する波形要素であり、本発明の特性変動要素の一種である。

【0176】このノーマルドット駆動パルスDP12が圧電振動子2に供給されると、圧電振動子2や圧力室17は、上記のノーマルドット駆動パルスDP2が供給されたときと同様に動作する。

【0177】即ち、膨張要素P84の供給に伴って圧電振動子2が大きく収縮し、圧力室17が基準容積から最大容積まで膨張する。この膨張に伴って圧力室17内が減圧される。その後、吐出要素P86が供給されて圧電振動子2が大きく伸長し、圧力室17は最小容積まで急激に収縮する。この収縮に伴い、圧力室17内のインクが加圧されてノズル開口16からインク滴が吐出される。吐出要素P86に続いて制振ホールド要素P87が供給されるので圧力室17の収縮状態は維持される。その後、メニスカスの振動を打ち消し得るタイミングで制振要素P88が供給され、圧力室17が基準容積まで膨張復帰する。即ち、圧力室17内のインク圧力を相殺すべく、圧力室17を膨張させてインク圧力を減圧する。

【0178】そして、制御部46（波形制御手段）は、Tcランクに応じて駆動信号発生回路48（駆動信号発生手段）を制御し、膨張要素P84及び吐出要素P86の発生時間発生時間Pwcm1'、Pwdm1'や電位差Vcm1'、Vdm1'を変える。つまり、Tcランクに応じて膨張要素P84による圧力室17の膨張速度や膨張度合い、及び、吐出要素P86による圧力室17の収縮速度や収縮度合いを変えている。

【0179】例えば、膨張要素P84に関し、Tcmaxの記録ヘッド1については、発生時間Pwcm1'を標準ランクにおける発生時間Pwcm1'よりも長く設定し、電位差Vcm1'を標準ランクにおける電位差Vcm1'よりも大きく設定する。一方、Tcminの記録ヘッド1については、発生時間Pwcm1'を標準ランクにおける発生時間Pwcm1'よりも短く設定し、電位差Vcm1'を標準ランクにおける電位差Vcm1'よりも小さく設定する。

【0180】また、吐出要素P86に関しても、Tcmaxの記録ヘッド1については、発生時間Pwdm1'を標準ランクにおける発生時間Pwdm1'よりも長く設定し、電位差Vdm1'を標準ランクにおける電位差Vdm1'よりも大きく設定する。一方、Tcminの記録ヘッド1については、発生時間Pwdm1'を標準ランクにおける発生時間Pwdm1'よりも短く設定し、電位差Vdm1'を標準ランクにおける電位差Vdm1'よりも小さく設定する。

【0181】これにより、固有振動周期Tcがばらついていてもインク滴の吐出速度を揃えることができる。なお、この場合においても、発生時間Pwcm1'やPwdm1'と電位差Vcm1'やVdm1'は、少なくとも

(21)

39

も一方を変えることにより、インク速度の適正化が図れる。

【0182】また、上記したミドルドット駆動パルスDP10と同様に、制御部46（波形制御手段）により、膨張ホールド要素P85の発生時間をTcランクに応じて変えるようにしてもよい。これにより、圧力室17を収縮させるタイミングを適正化することができ、インク滴の吐出を効率よく行わせることができる。

【0183】次に、圧力発生素子として発熱素子79を用いた記録ヘッド70を有する記録装置に、本発明を適用した場合について説明する。

【0184】まず、Tcランクに応じて振動抑制要素の制御因子を定めた場合の例について説明する。図23に示す駆動信号COM6は、吐出要素P91を有する吐出パルスPS3と制振要素P92を有する制振パルスPS4とからなる駆動パルスDP13を有している。これらの吐出パルスPS3と制振パルスPS4は、何れも矩形状のパルスであり、吐出パルスPS3の駆動電圧（最低電位から最大電位までの電位差）の方が制振パルスPS4の駆動電圧よりも高く設定されている。そして、この駆動パルスDP13では、吐出パルスPS3と制振パルスPS4との間に発生されるパルス接続要素P53（本発明の第1パルス接続要素に相当。）について、その発生時間Pwhm0の時間間隔をTcランクに応じて変える。これにより、上記の例と同様の作用をなし、メニスカスの振動を効率良く抑えることができる。

【0185】次に、Tcランクに応じて特性変動要素の制御因子を定めた場合の例について説明する。図24に示す駆動信号COM7は、吐出要素P101を有する矩形状の駆動パルスDP14を有している。そして、この駆動パルスDP14では、Tcランクに応じて、吐出要素P101の発生時間Pwh1や駆動電圧の少なくとも一方を変えることにより、インク滴の速度を適正化することができる。

【0186】以上説明したように、上記の各実施形態では、記録ヘッド1、70に対して圧力室内のインクの固有振動周期に基づいて定めたTcランクを付与すると共に、付与されたTcランクに応じて、駆動信号COMを構成する波形要素の制御因子を記録ヘッド毎に定め、設定した制御因子による駆動信号を圧力発生素子に供給するので、Tcランクに応じて駆動信号の波形形状等を設定できて適正化が図れ、記録ヘッド毎の画質ばらつきを容易に補正することができる。さらに、この場合において、各記録ヘッド毎の専用波形を使用しないので効率が良く、製造過程での個体差を補正できるので歩留まりの向上が図れる。このため、量産に適する。

【0187】また、Tcランクとして、固有振動周期Tcが設計値通りである標準ランクと、固有振動周期Tcが設計値より短いTcminランクと、固有振動周期Tcが設計値より長いTcmaxランクとを設定し、組立

40

後の記録ヘッド1をこれら3つのTcランクに分類し、Tcランク毎に同じ補正を施して駆動信号を設定している。このように、Tcランク毎に設定された波形を使用するものであるため、量産する場合に効率が良く、画質の適正化も容易に実現できる。

【0188】ところで、本発明は、上記した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載に基づき、種々の変形が可能である。

【0189】例えば、上記実施形態では、付与されたTcランクをランクID記憶素子33に記憶した例について説明したが、本発明は、この構成に限定されるものではない。

【0190】即ち、付与されたTcランクをランク表記部材32によって表記した場合には、図16に示すように、キーボードやタッチパネル等のランク情報入力装置60を用いることにより、制御部46にTcランクを認識させることができる。また、ランク表記部材32に表記されたTcランクを、スキャナやラインセンサ等のランクID読取装置61（本発明の光学的読取手段に相当）によって読み取らせてもよい。この場合、記録ヘッド1に適した駆動波形を設定する際において、Tcランクの読み取り作業が自動化でき、作業の効率化に寄与する。

【0191】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば以下の効果を奏する。即ち、本発明の製造方法では、組立後の記録ヘッドにおける圧力室内のインク圧力の固有振動周期を測定する測定工程と、測定工程で測定された固有振動周期に基づき、測定後の記録ヘッドを複数のTcランクに分類するランク分け工程を経るので、組立後の記録ヘッドは固有振動周期の長さに応じてランク分けされる。そして、記録ヘッドの使用時においては、記録ヘッド毎に付されたTcランクに基づいて駆動信号の波形形状等を設定できるので、設定作業の容易化が図れ、量産に適する。この場合において、各記録ヘッド毎の専用波形を使用しないので、効率が良く、さらに、製造過程での個体差を補正できるので、歩留まりの向上が図れる。

【0192】また、測定工程をインク量測定段階と第1周期判定段階とから構成し、インク量測定段階では評価信号における励振要素から吐出要素までの時間間隔を変えてインク量の測定を複数回行い、第1周期判定段階では励振要素から吐出要素までの時間間隔とインク量との相関関係から固有振動周期を判定するようにした場合に、励振要素から吐出要素までの時間間隔に応じて変化するインク吐出量に基づいて固有振動周期が測定できるので、判定が簡便であり測定の実自動化への対応も容易である。このため、製造効率を落とすことなく記録ヘッドが分類でき、量産に適する。

【0193】また、インク量測定段階において、励振要素の終端から吐出要素までの時間間隔を、固有振動周期

(22)

41

が設計値通りの場合に最少インク量が得られる第1標準時間、第1標準時間よりも時間間隔を短く設定した第2標準時間、及び、第1標準時間よりも時間間隔を長く設定した第3標準時間を少なくとも含む複数種類設定し、インク量の測定を3回以上行うようにした場合には、各測定結果とインク量との相関関係に基づき、測定対象の記録ヘッドが設計値通りの固有振動周期を有するのか、設計値よりも短い固有振動周期を有するのか、それとも設計値よりも長い固有振動周期を有するのかを、より明確に把握することができる。

【0194】また、測定工程をインク速度測定段階と第2周期判定段階とから構成し、インク速度測定段階では評価信号における励振要素から吐出要素までの時間間隔を変えてインク滴速度の測定を複数回行い、第2周期判定段階では励振要素から吐出要素までの時間間隔とインク滴速度との相関関係から固有振動周期を判定するようにした場合には、励振要素から吐出要素までの時間間隔に応じて変化するインク滴速度に基づいて固有振動周期が測定できるので、判定が簡便であり測定の自動化への対応も容易である。このため、製造効率を落とすことなく記録ヘッドが分類でき、量産に適する。

【0195】また、インク速度測定段階において、励振要素の終端から吐出要素までの時間間隔を、固有振動周期が設計値通りの場合に最低インク速度が得られる第1標準時間、第1標準時間よりも時間間隔を短く設定した第2標準時間、及び、第1標準時間よりも時間間隔を長く設定した第3標準時間を少なくとも含む複数種類設定し、インク滴速度の測定を3回以上行うようにした場合には、各測定結果とインク量との相関関係に基づき、測定対象の記録ヘッドが設計値通りの固有振動周期を有するのか、設計値よりも短い固有振動周期を有するのか、それとも設計値よりも長い固有振動周期を有するのかを、より明確に把握することができる。

【0196】また、励振要素の供給時間を圧力室内におけるインクの固有振動周期の設計値以下に設定した場合には、測定工程において圧力振動を効率よく励起させることができ、測定の確実性を高めることができる。

【0197】また、ランク分け工程で付与されたランクを記録ヘッドに表記した場合には、表記されたランクに基づいて駆動信号の適正化が図れ、記録ヘッド毎の画質ばらつきを容易に補正することができる。

【0198】また、ランク分け工程で付与されたランクを示すランク識別情報が電氣的に記憶されたランク識別情報記憶素子を備えて記録ヘッドを構成した場合には、記憶されたランク表記情報に基づいて駆動信号の適正化が図れ、記録ヘッド毎の画質ばらつきを容易に補正することができる。さらに、識別情報記憶素子を記録装置に電氣的に接続することで、ランク識別情報の読み取りを自動化することもできる。

【0199】また、記録ヘッドには、圧力室内のインク

42

の固有振動周期に基づいて定めたTcランクを付与し、該Tcランクに応じて駆動信号を構成する波形要素の制御因子を定めたので、Tcランクに応じて駆動信号の波形形状等を設定できて適正化が図れ、記録ヘッド毎の画質ばらつきを容易に補正することができる。さらに、この場合において、各記録ヘッド毎の専用波形を使用しないので効率が良く、製造過程での個体差を補正できるので歩留まりの向上が図れる。このため、量産に適する。

10 【0200】また、インク滴吐出後におけるメニスカスの振動抑制に影響を及ぼす振動抑制要素の制御因子をTcランクに応じて定めたので、Tcランクに応じてメニスカスの振動抑制が制御でき、振動の抑制を効率的に行わせることができる。

【0201】また、インク滴の吐出特性に影響を及ぼす特性変動要素の制御因子をTcランクに応じて定めたので、Tcランクに応じてインク滴の吐出特性が制御でき、吐出特性の適正化が図れる。

【図面の簡単な説明】

20 【図1】圧電振動子を備えた記録ヘッドの断面図である。

【図2】図1の記録ヘッドにおける流路ユニットの部分拡大して示した図である。

【図3】測定工程で使用する装置を説明する図である。

【図4】評価パルス発生回路から発生される評価パルスを説明する図である。

【図5】励振要素を供給した際の圧力室内のインクの圧力変動を説明する図である。

30 【図6】第1ホールド要素の発生時間Pwh1とインク量との相関関係を説明する図である。

【図7】各発生時間Pwh1毎のインク量とTcランクIDとの関係を説明する図である。

【図8】TcランクIDと固有振動周期Tcとの関係を説明する模式図である。

【図9】発熱素子を備えた記録ヘッドの構成を説明する図である。

【図10】発熱素子を備えた記録ヘッドの構成を説明する図である。

40 【図11】発熱素子を備えた記録ヘッドの構成を説明する図である。

【図12】発熱素子を備えた記録ヘッドの動作を説明する図であり、(a)は定常状態を、(b)は発熱状態をそれぞれ示す。

【図13】発熱素子を備えた記録ヘッド用の評価駆動信号を説明する図である。

【図14】ランク表記部材を設けた記録ヘッドを説明する図である。

【図15】ランク識別情報記憶素子を設けた記録ヘッドを説明する図である。

50 【図16】記録装置の構成を説明するブロック図であ

(23)

43

る。

【図17】駆動信号COM1を説明する図である。

【図18】駆動信号COM2を説明する図である。

【図19】駆動信号COM3を説明する図である。

【図20】駆動信号COM4を説明する図である。

【図21】マイクロドット駆動パルスにおけるインク滴の速度特性を説明する図である。

【図22】駆動信号COM5を説明する図である。

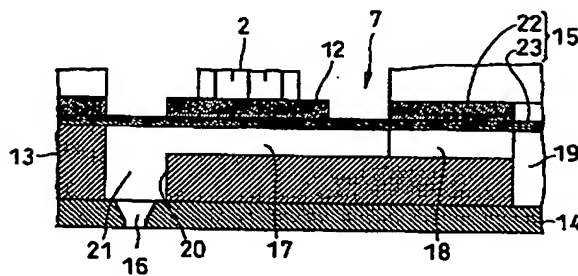
【図23】駆動信号COM6を説明する図である。

【図24】駆動信号COM7を説明する図である。

【符号の説明】

- 1 インクジェット式記録ヘッド
- 2 圧電振動子
- 3 固定板
- 4 フレキシブルケーブル
- 5 振動子ユニット
- 6 ケース
- 7 流路ユニット
- 8 収納空部
- 10 圧電体
- 11 内部電極
- 12 島部
- 13 流路形成基板
- 14 ノズルプレート
- 15 弾性板
- 16 ノズル開口
- 17 圧力室
- 18 インク供給口
- 19 共通インク室
- 20 堰部
- 21 ノズル連通口
- 22 ステンレス鋼板
- 23 樹脂フィルム

【図2】



44

30 評価パルス発生回路

31 電子天秤

32 ランク表記部材

33 ランクID記憶素子

41 プリントコントローラ

42 プリントエンジン

43 インターフェース

44 RAM

45 ROM

10 46 制御部

47 発振回路

48 駆動信号発生回路

49 インターフェース

51 キャリッジ機構

52 紙送り機構

53 シフトレジスタ

54 ラッチ回路

55 レベルシフタ

56 スイッチ回路

20 60 ランク情報入力装置

61 ランク情報読取装置

70 記録ヘッド

71 共通インク室

72 ベース板部

73 堰部形成部材

74 圧力室

75 インク供給口

76 流路形成基板

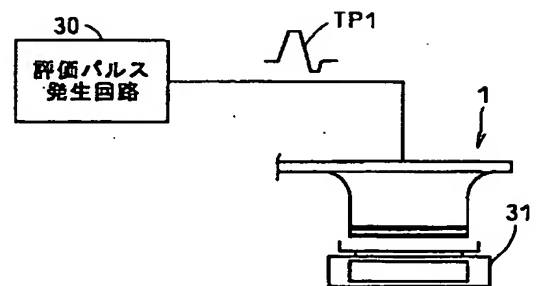
77 ノズル開口

30 78 ノズルプレート

79 発熱素子

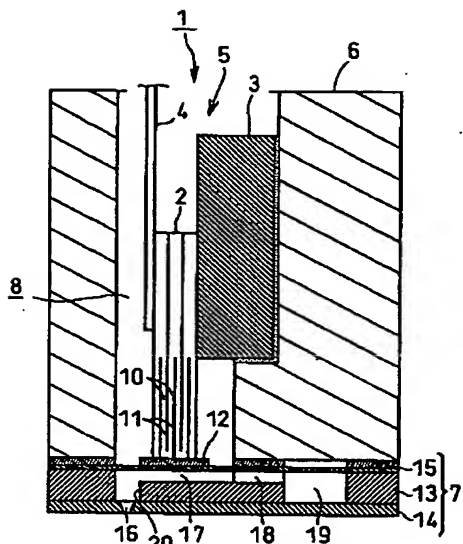
80 気泡

【図3】

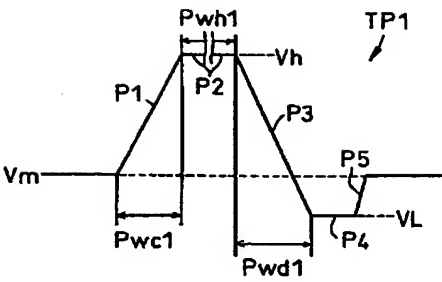


(24)

【図1】



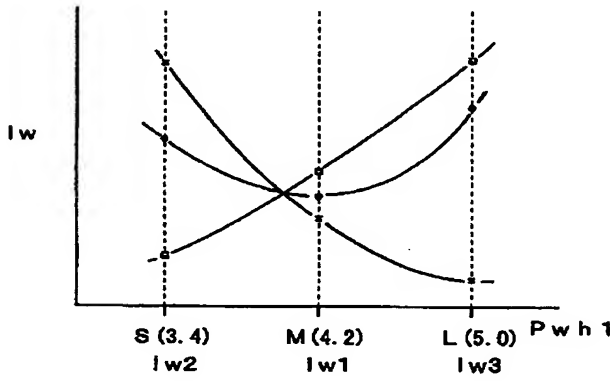
【図4】



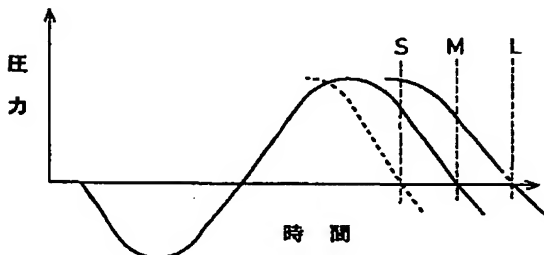
【図7】

		$I_w$		
Tc ランク ID	0	$I_{w2} > I_{w1} < I_{w3}$	$I_{w2} > I_{w1} = I_{w3}$	$I_{w2} = I_{w1} < I_{w3}$
	1	$I_{w2} < I_{w1} < I_{w3}$		
	2	$I_{w2} > I_{w1} > I_{w3}$		
	エラー	$I_{w2} = I_{w1} = I_{w3}$	$I_{w2} = I_{w1} > I_{w3}$	$I_{w2} < I_{w1} = I_{w3}$
		$I_{w2} < I_{w1} > I_{w3}$		

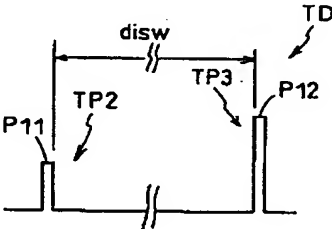
【図6】



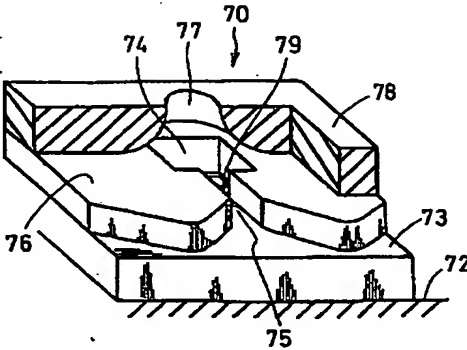
【図5】



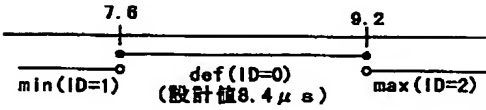
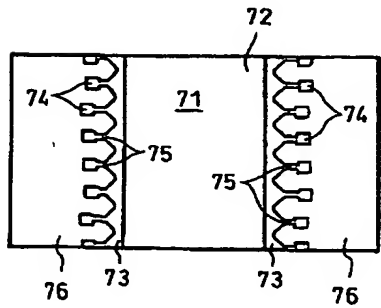
【図13】



【図9】

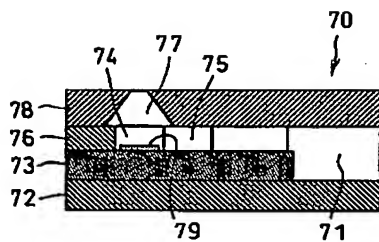


【図10】

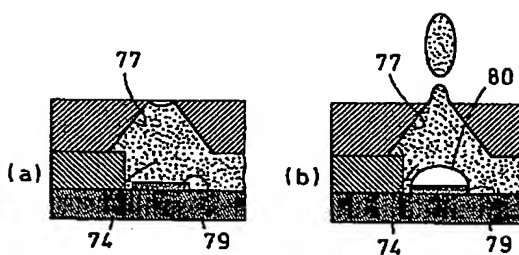


(25)

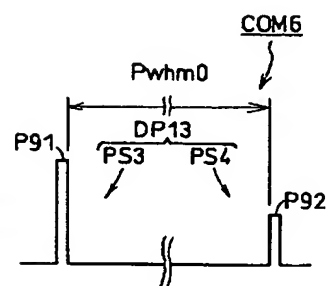
【図 1 1】



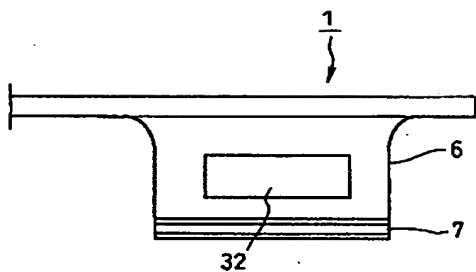
【图 12】



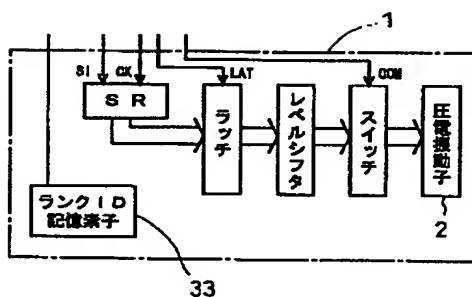
【图 23】



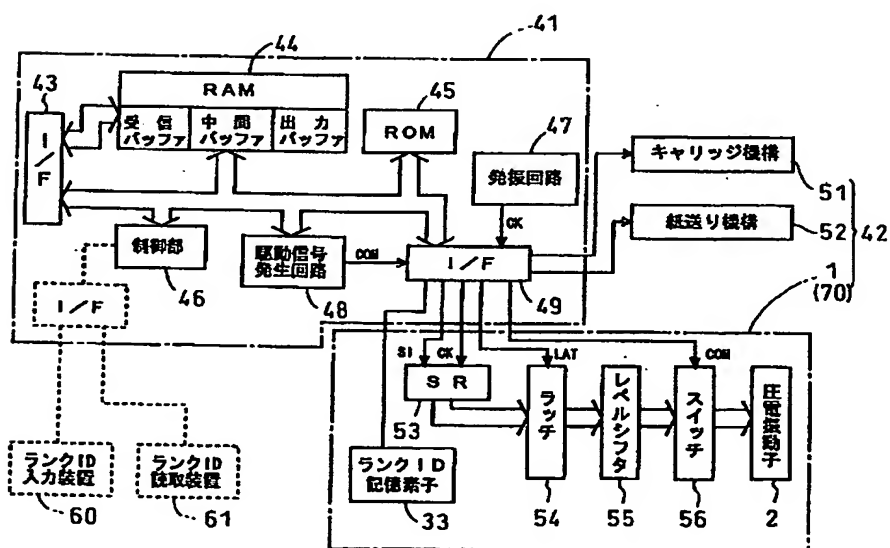
【図 14】



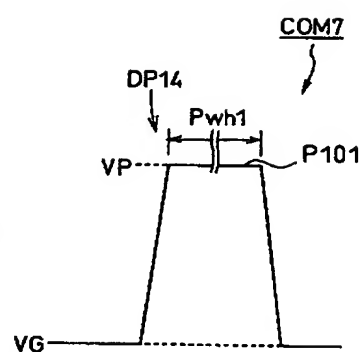
【图 15】



【図 16】

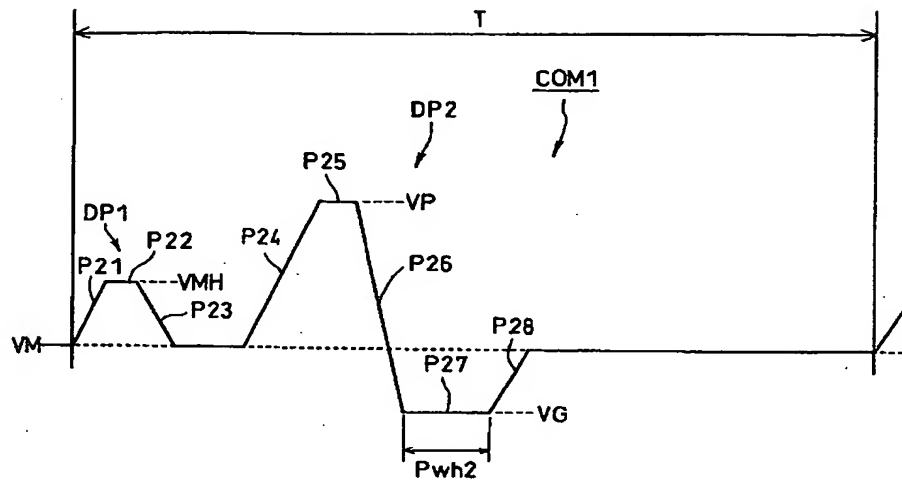


【図 24】

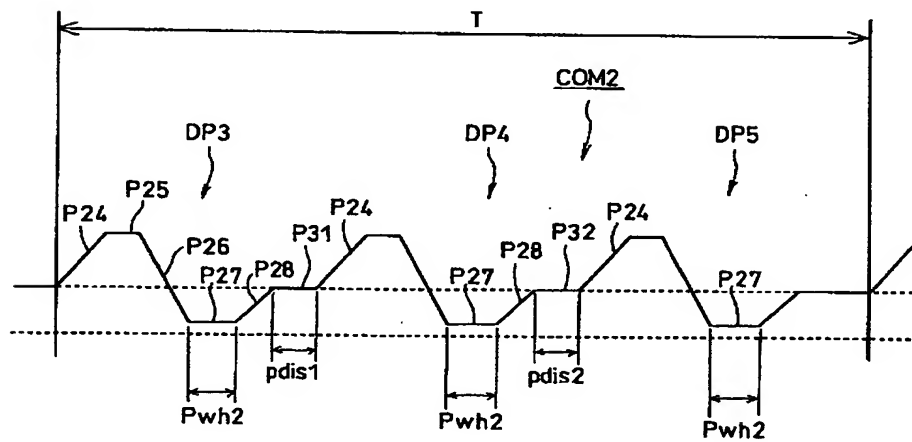


(26)

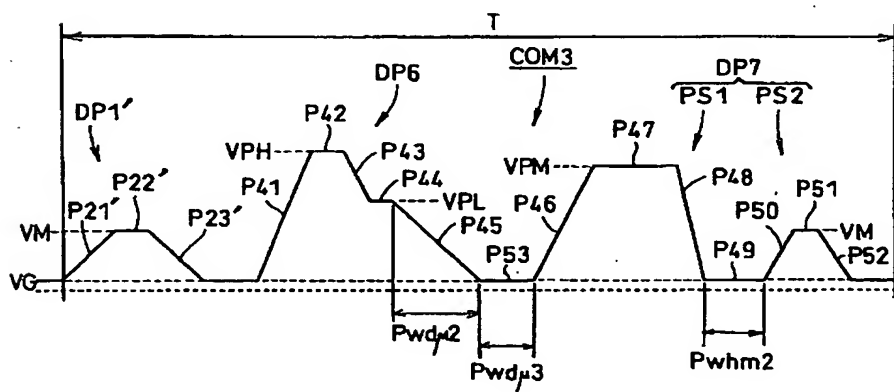
【図17】



【図18】



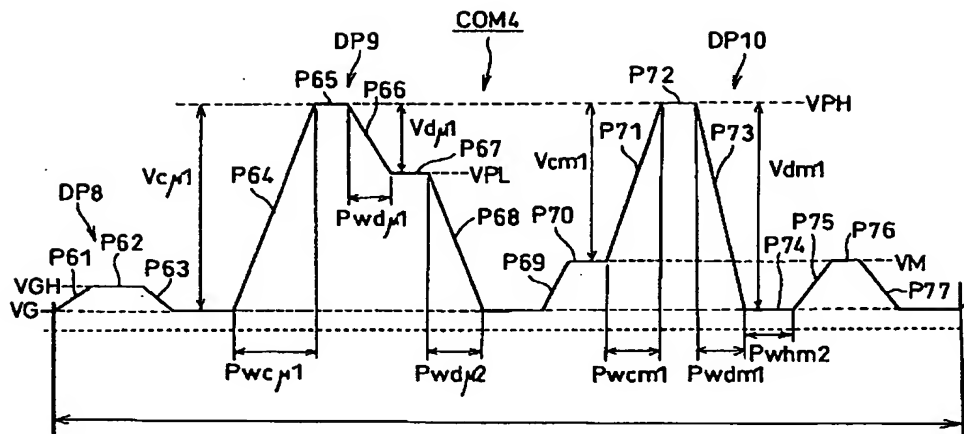
【図19】



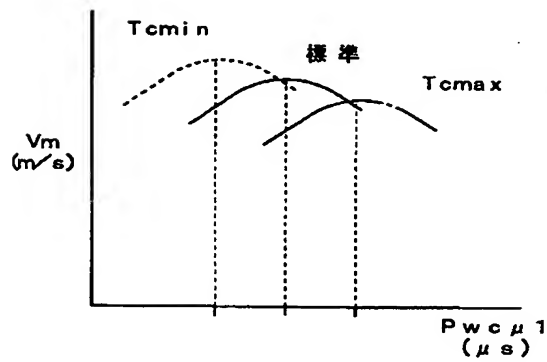


(27)

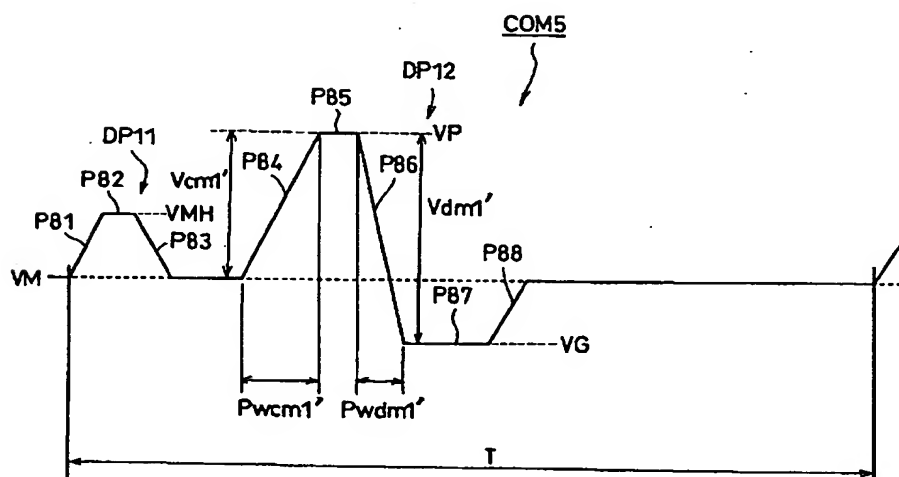
【図 20】



【図 21】



【図 22】



(28)

フロントページの続き

(72) 発明者 狭山 朋裕  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内

(72) 発明者 北原 強  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内

(72) 発明者 寺前 浩文  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内

(72) 発明者 音喜多 賢二  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 2C057 AF24 AF93 AG48 AG55 AL19  
AL40 AM21 AM22 AP25 AP82  
AQ02 AQ06 AR08 BA03 BA14

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**